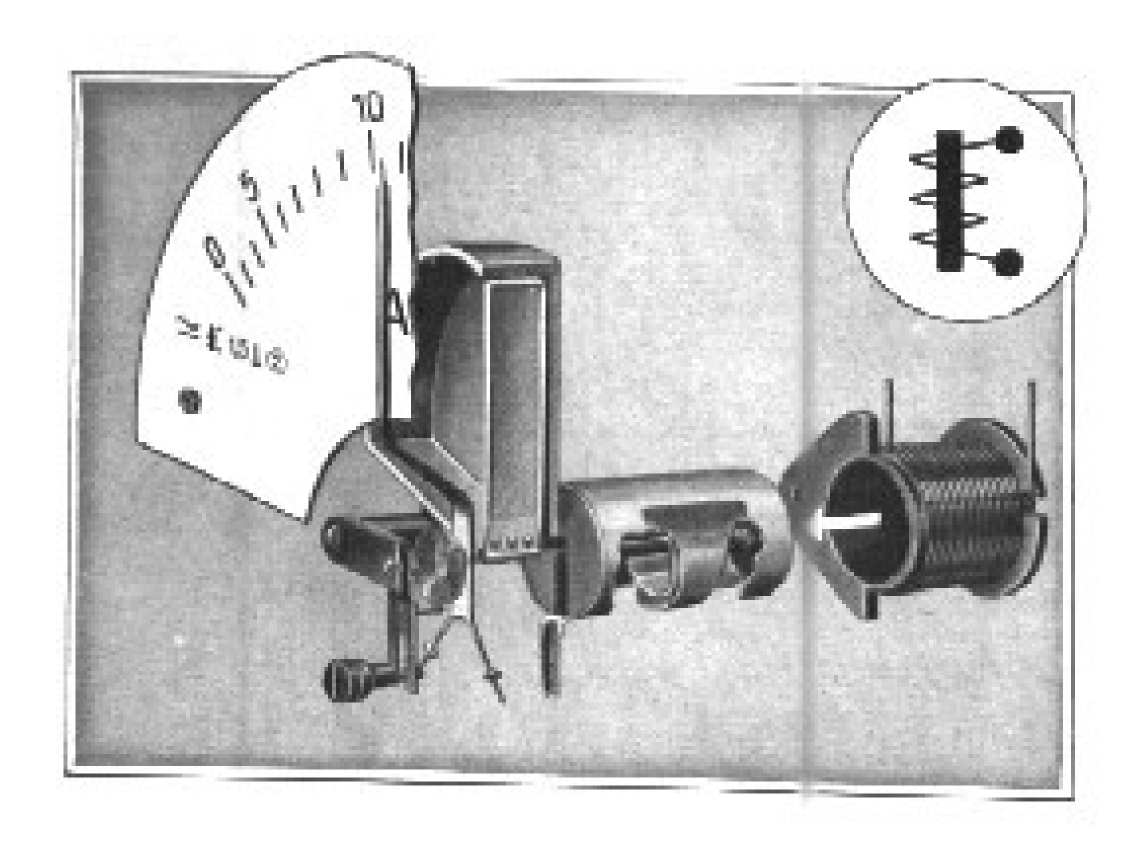
ELECTRICIDAD DE PLANTA
TOMO I



INFORMACIÓN TÉCNICA

Edición 0 Revisión 0 Abril de 2003

ÍNDICE

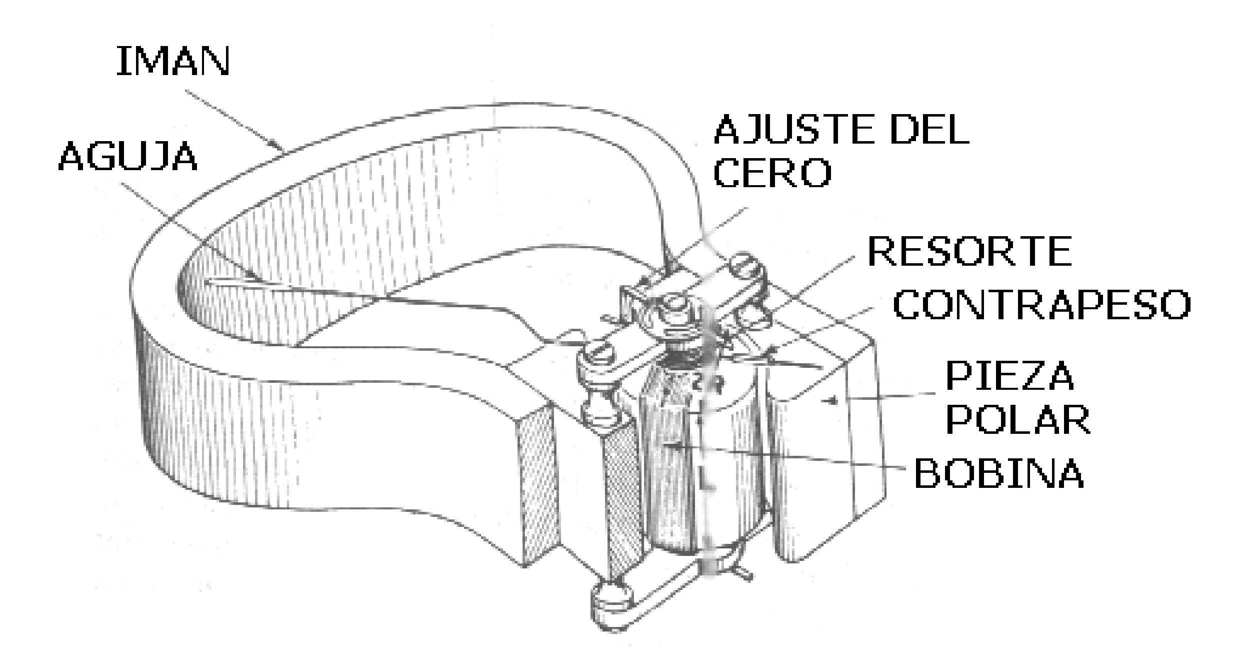
1.MEDICIONES ELÉCTRICAS

El objetivo de este tema es que el electricista o electromecánico de Baygorria mediante conocimientos prácticos básicos, sea capaz de realizar mediciones eléctricas en cualquiera de los equipos empleados en la Central.

Entendiendo por medición la adecuada utilización de los instrumentos, su lectura y correcta anotación de los valores medidos. Siempre con cuidado en su conexión para su propia seguridad y la de sus compañeros.

A continuación se verán los instrumentos de medida a utilizar para lograr el objetivo planteado, sus principios de funcionamiento básicos y los cuidados y precauciones a tener en cuenta para su utilización.

1.1GALVANÓMETROS (BOBINA MOVIL)



Es el mecanismo o instrumento de corriente continua mas utilizado en los Testers analógicos o "de aguja" y en los indicadores de tablero. Sean de Corriente Continua o de Corriente Alterna rectificada.

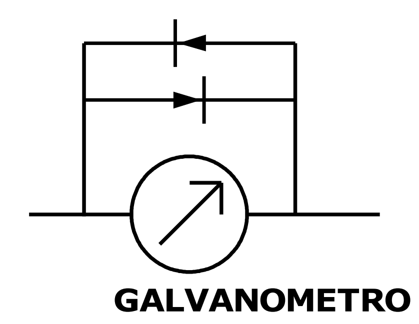
Consiste en hacer circular una corriente por una bobina creándose así un campo magnético en ella que interactúa con el campo magnético del imán permanente produciendo la deflexión de la aguja.

La deflexión total de la aguja (fondo de escala) se logra con 50 μA (micro amperios).
La escala cuenta con divisiones que permiten la lectura.

1.1.1CUIDADOS CON EL GALVANÓMETRO

La corriente necesaria para mover la aguja es de unos pocos miliamperios para galvanómetros robustos o micro amperios en equipos muy sensibles.

Eso los hace muy frágiles ya que se queman con muy poca corriente (mas de 10 mA). Generalmente llevan resistencias, varistores o diodos de protección en paralelo.



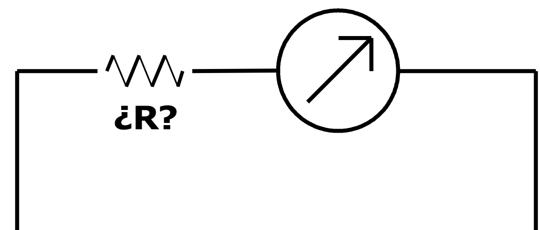
También son frágiles a la tensión contra tierra que soporta la bobina (nivel de aislamiento) ya que es muy bajo. Por eso muchas veces el "cuadro" o "bobina" **está aislado de tierra**.

Ejemplo;

Un indicador de tablero típico necesita de 1mA para deflectar 100º la aguja. La bobina es de 84 espiras o vueltas, la resistencia eléctrica es de 88 ohms y 88 μW la potencia disipada.

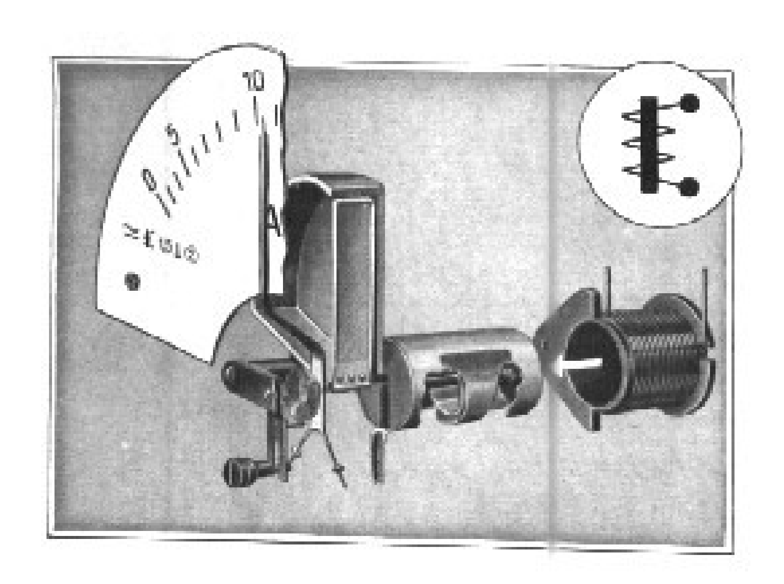
Calcular la resistencia serie para que el fondo de escala (a 100º) sea con 100 Voltios de Corriente Continua.


1 mA fondo escala



1.2INTRUMENTOS DE HIERRO MOVIL

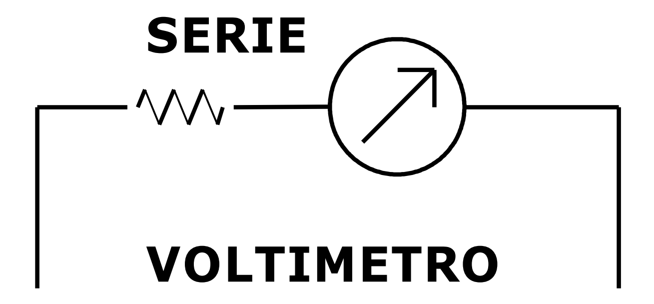
Al contrario que en el Galvanómetro se mueve el imán permanente y la bobina es fija.



1.3VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO

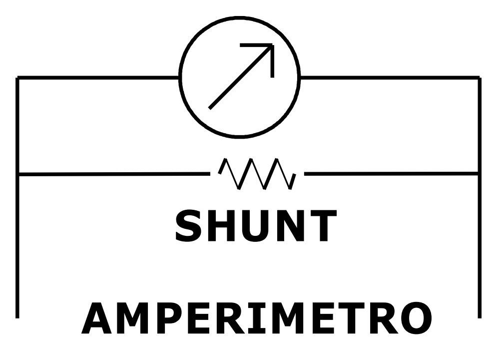
1.3.1VOLTÍMETRO

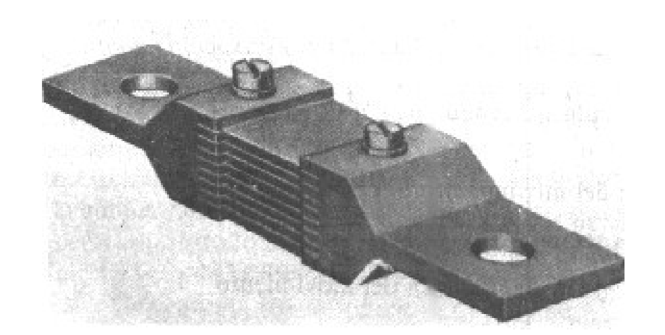
Si a un galvanómetro le colocamos una resistencia en serie tenemos un voltímetro de CC.



1.3.2AMPERÍMETRO

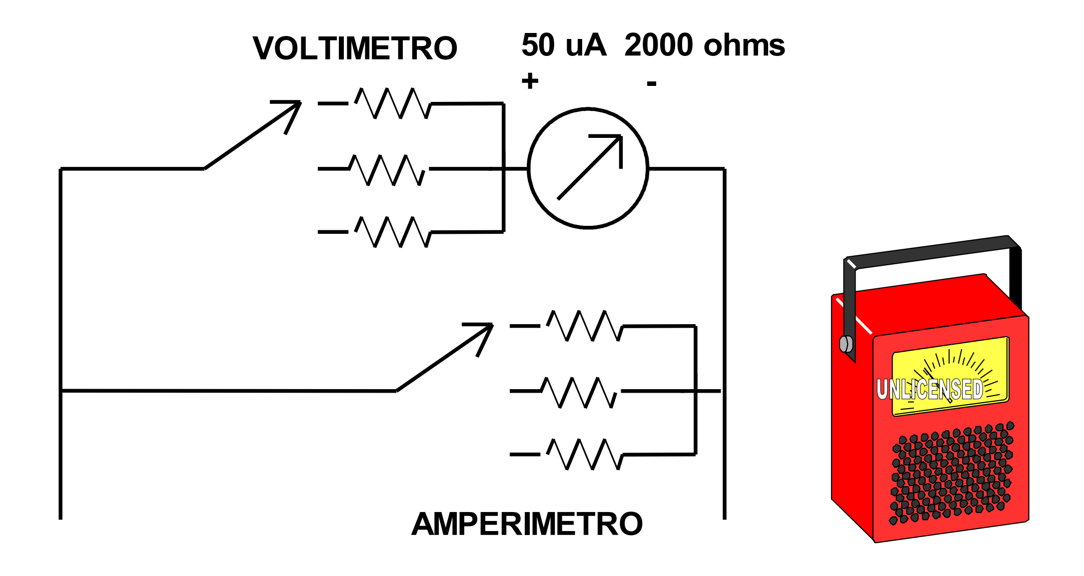
Si a un galvanómetro le colocamos una resistencia en paralelo (un SHUNT) tenemos un amperímetro CA.





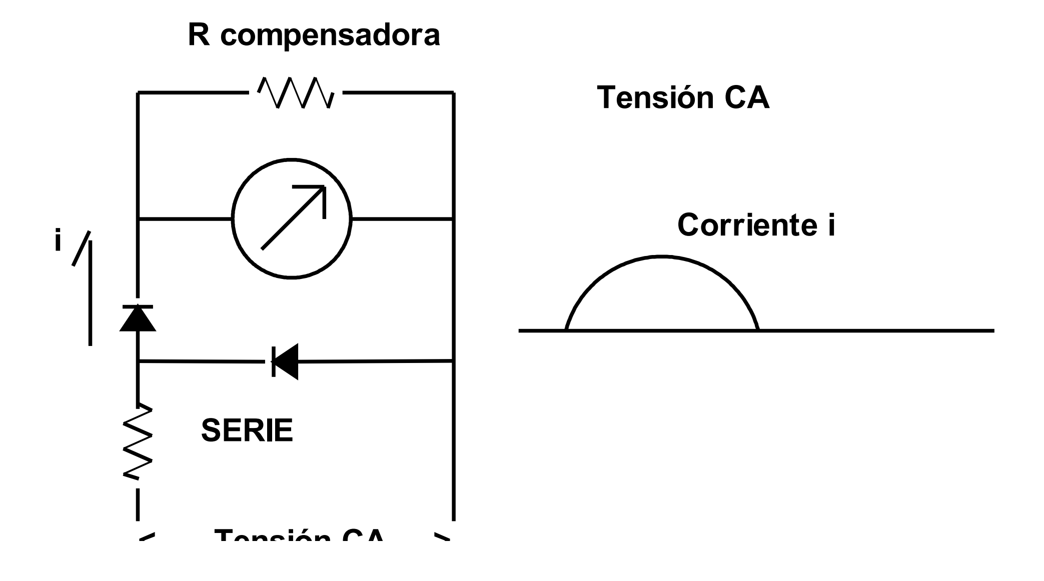
1.4TESTER DE AGUJA

Si al voltímetro y al amperímetro le agregamos un selector o conmutador que cambie los valores de las resistencias tenemos un Tester de Aguja.



1.5VOLTÍMETRO DE CORRIENTE ALTERNA

Agregando un par de diodos rectificadores a un voltímetro de corriente continua se obtiene uno de alterna. La corriente por el galvanómetro recibe la mitad de la onda sinusoidal de tensión (0,45 del valor eficaz o RMS).



1.5.1SEGURIDAD

Los voltímetros y Testers son aparatos para realizar medidas en las tensiones usuales de 220 VCA, 380 VCA, 125 VCC y 220 VCC.

NUNCA se deben emplear en tensiones mayores como en los 7kV, 13,8 kV o 15 kV de salida de los alternadores.

1.5.2CUIDADOS

Se debe prestar atención a la conexión para medir corriente, ya que se comporta como un cortocircuito. La conexión de miliamperios (mA) siempre lleva un fusible dentro del Tester, pero no lleva ningún fusible la conexión de 10A.

1.6SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS DE AGUJA

∿	CORRIENTE ALTERNA	2	AISLAMIENTO DE 2 KV
—	CORRIENTE CONTINUA	2kV	AISLAMIENTO 2 KV
	1 BOBINA MOVIL	1,5	CLASE 1,5
x	2 BOBINAS MOVILES	0,5	CLASE 0,5
	HIERRO MOVIL		ELECTRODINAMICO CON HIERRO
⊥	VERTICAL		ELECTRODINAMICO SIN HIERRO
	MEDIDA DE VIBRACION		3 BOBINAS DE CORRIENTE
	BOBINA MOVIL CON RECTIFICADOR	∿ 50	50 Hertz

1.7TESTER DIGITAL

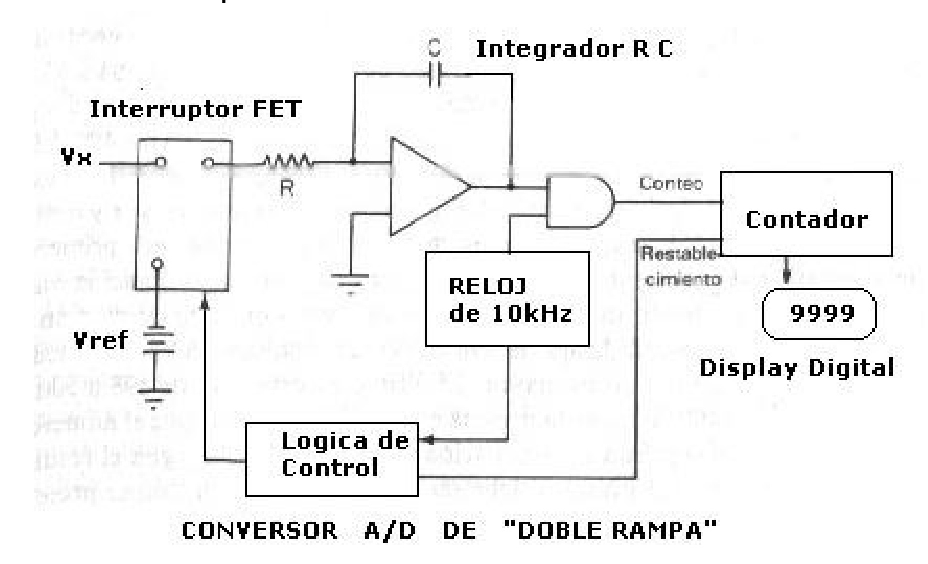
El Tester Digital se diferencia básicamente del Tester de Aguja en dos aspectos:

- **La electrónica interna amplifica las señales a medir, lo que permite lograr una mayor impedancia de entrada (resistencia de carga del Tester sobre el circuito a medir).**

- **La lectura se realiza como números discretos (dígitos) en lugar de la deflexión de una aguja en una escala.**

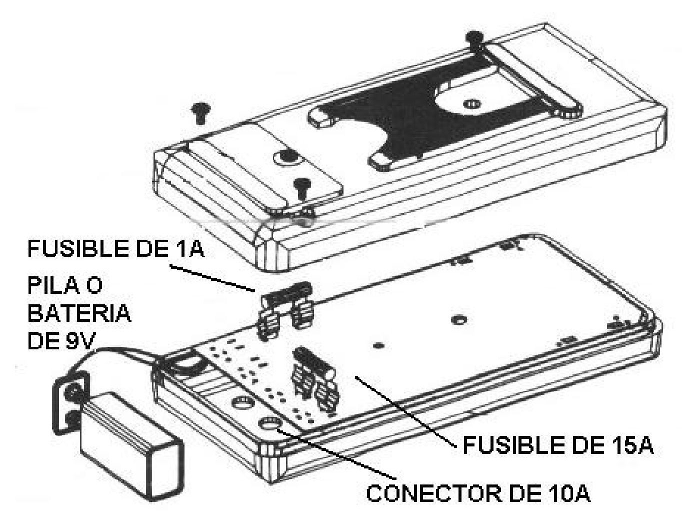


Los Tester Digitales Fluke y LG utilizan el método de medida de “conversión A/D de doble rampa”.



1.7.1CUIDADOS

Para un correcto funcionamiento del Tester Digital se debe reemplazar la pila o batería periódicamente.



Para una operación segura del Tester y evitar daños internos los fusibles deben ser los correspondientes de 15 y 1 Amperio respectivamente.

Nunca deben reemplazarse por fusibles de otro valor o “puentes” con alambres.

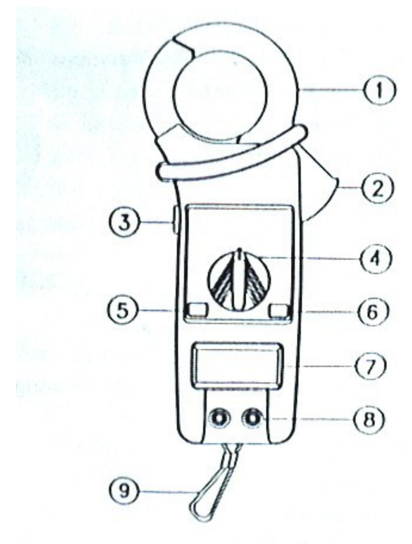
1.7.2SIMBOLOGIA – TESTER DIGITAL

⚠ (rayo)	VOLTAGE PELIGROSO	⏚	TIERRA
~	CORRIENTE ALTERNA	⚠ (!)	VER MANUAL
⎓	CORRIENTE CONTINUA	⧈	DOBLE AISLAMIENTO
⎓ ~	CONTINUA O ALTERNA	⊟	FUSIBLE

Ṽ	Voltios CA	V⎓	Voltios CC
Ã	Amperios CA	A⎓	Amperios CC
mV⎓	mili Voltios CC	mA⎓	mili Amperios CC
		uA⎓	micro Amperios CC
Ω	Resistencia	hFE	Transistor
⊣▶⊢	Testear Diodo	Hz	Frecuencia
CAP	Capacidad	•)))	CONTINUIDAD (TIMBRADO)

1.8PINZA AMPERIMETRICA CA Y CC

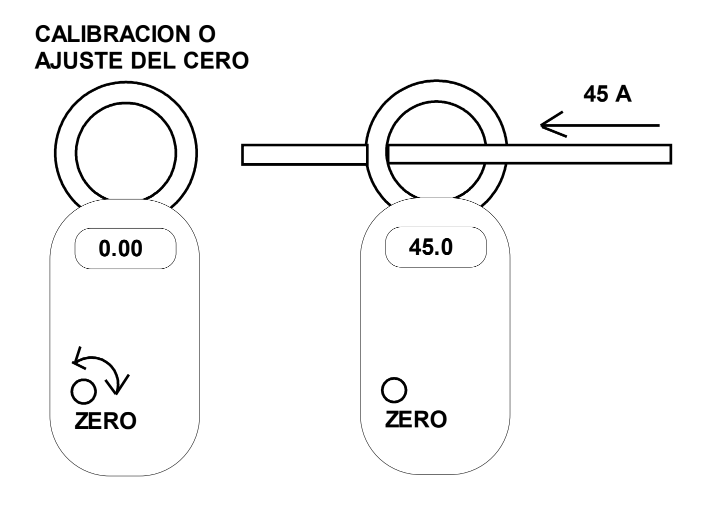
La pinza amperimétrica básicamente se compone de un transformador de corriente tipo toro mas un voltímetro de aguja o digital.



1.8.1PINZA DE CC

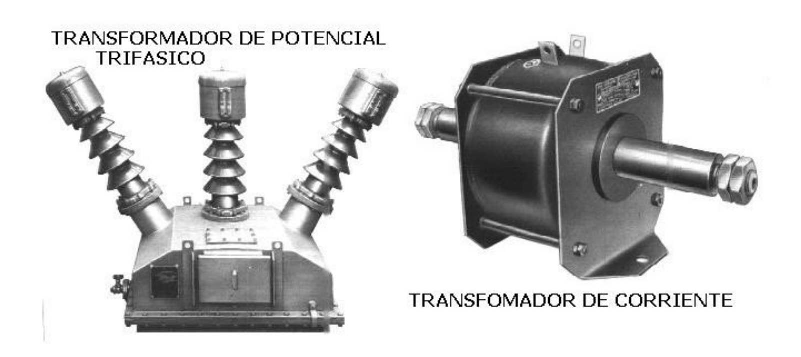
La pinza amperimétrica de corriente continua es similar a la de alterna en su aspecto exterior, pero su principio de funcionamiento es completamente distinto. Para una correcta medida con la pinza de CC debe observarse que:

- La pila o batería de 9V este en buen estado de carga
- Hay que ajustar el cero con la pinza en vacío
- Colocar la pinza correctamente según el sentido de la corriente (ver la flecha o signo de + estampado en la carcaza de la pinza)



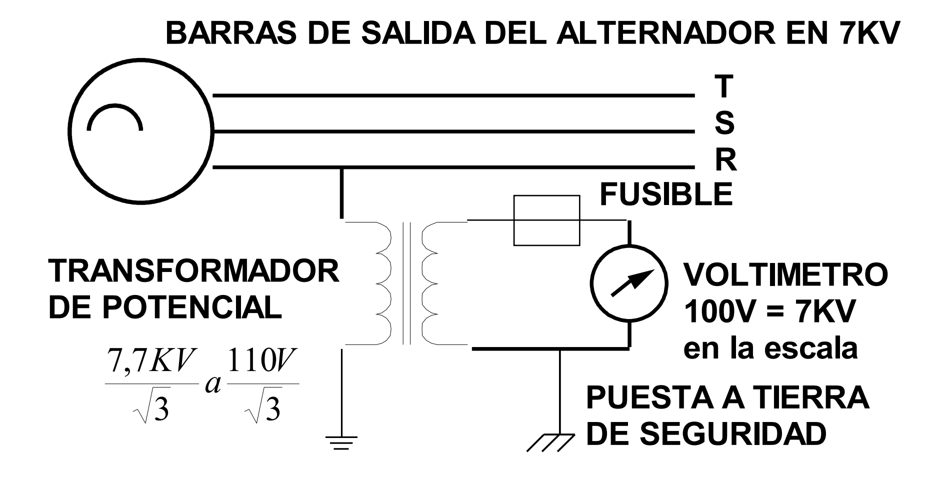
1.9TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Los transformadores de medida se utilizan para ampliar el rango de medida y para aislar eléctricamente los instrumentos de tablero. Aislarlos de la Alta Tensión de las líneas de 150kV o de los 7kV del alternador.



1.9.1TRANSFORMADORES DE POTENCIAL - TP

Transforma la tensión de 7kV del alternador o 165kV de la línea, en 100VCA que llegan al instrumento de Sala de Mando.



1.9.1.1SEGURIDAD

Por seguridad para las personas el circuito secundario debe estar aterrado en el neutro.

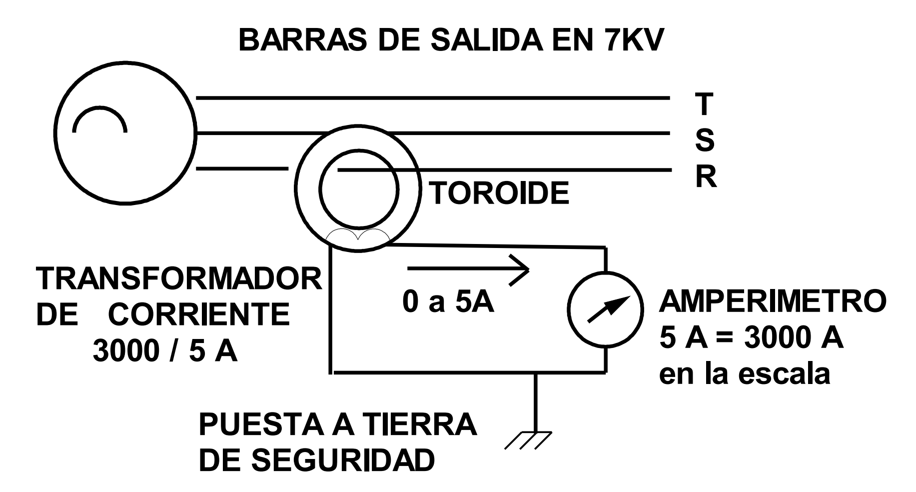
Nunca debe energizarse un secundario de un TP con 100 VCA, salvo en caso de ensayos o pruebas controladas, ya que en el primario se generan altas tensiones.

1.9.1.2CUIDADOS

En caso de cortocircuito grandes corrientes circularan por el circuito secundario de medida. Para interrumpir esa corriente y evitar la explosión o incendio del transformador de potencial se instalan fusibles en serie.

1.9.2TRANSFORMADORES DE CORRIENTE - TC

Transforma la corriente de 3000 amperios de salida del alternador en 5 amperios que llegan al instrumento en Sala de Mando. El primario son una sola vuelta o una barra pasante, el secundario son 150 vueltas de alambre de cobre.



1.9.2.1OTROS ASPECTOS

- Polaridad primario P1-P2 secundario X1-X2, K-L y k-l
- Resistencia de Carga secundaria expresada en VA
- Clase de exactitud CL 0,5 para medidas y 10P20 para protección

1.9.2.2SEGURIDAD

Por seguridad para las personas el circuito secundario debe estar aterrado en el neutro.

1.9.2.3CUIDADOS

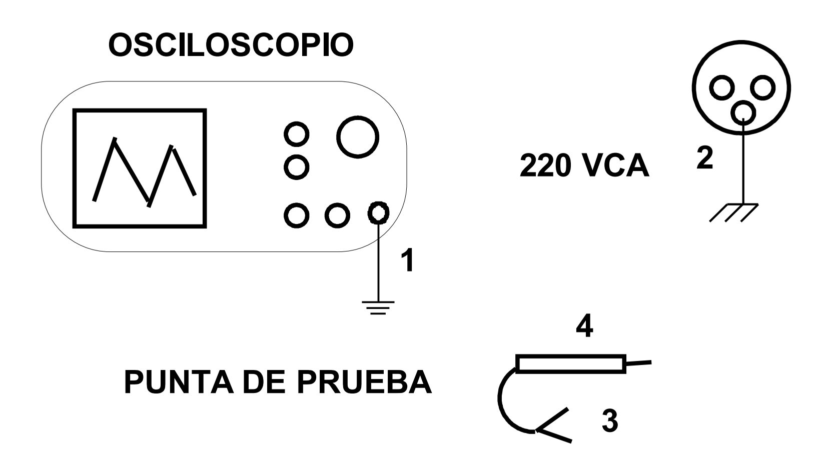
En los transformadores de corriente debe circular siempre la corriente secundaria, en caso de apertura de la misma la tensión entre bornes pude ser tan alta que perfore el aislamiento con peligro de explosión o incendio.

Por esta razón en lo posible se utilizan borneras y conectores especiales que permiten realizar puentes de cortocircuito mientras se trabaja en el circuito secundario.

1.10OSCILOSCOPIO

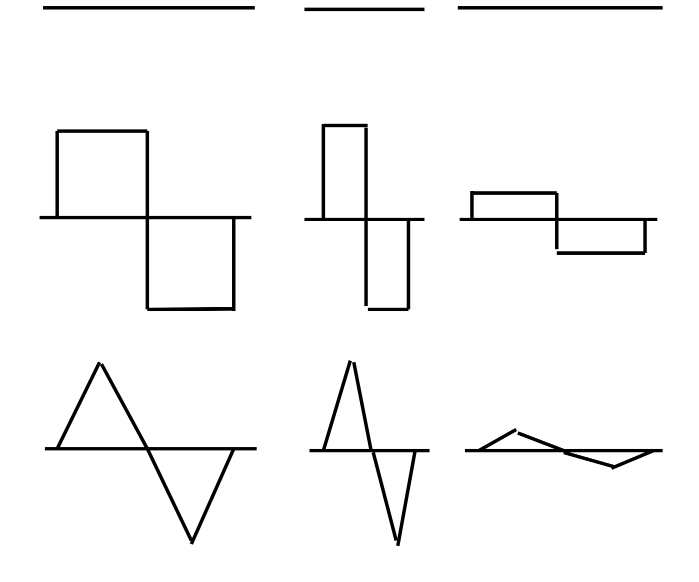
En el osciloscopio se tiene que tener particular cuidado al utilizarlo:

- El chasis metálico y malla del cable coaxial deben estar conectados a tierra para evitar ruidos y errores de medida
- La fuente de alimentación en 220 VCA debe contar con tierra en la toma Schuko
- El cocodrilo de masa de la punta de medida pone a tierra el circuito electrónico a medir
- La punta de prueba de estar compensada



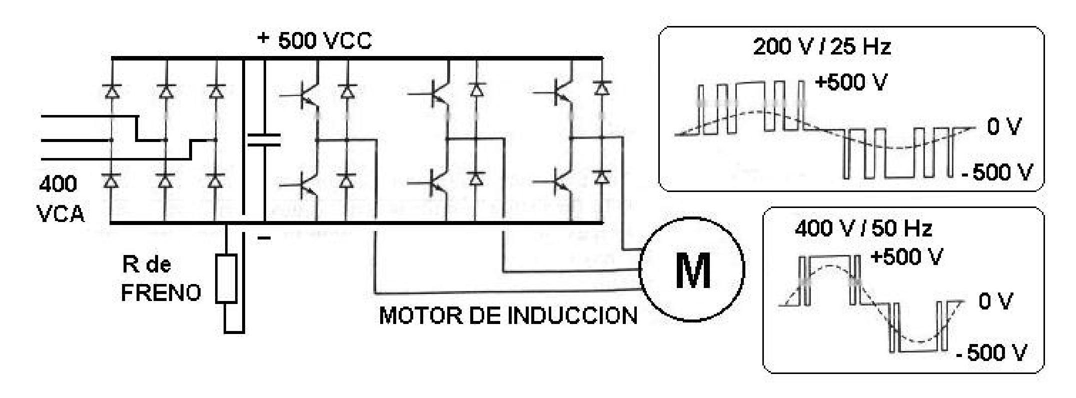
1.11GENERADOR DE SEÑALES

Los generadores de señales mediante una electrónica producen ondas sinusoidales, cuadradas o triangulares en las que se puede varias la frecuencia, amplitud y nivel de componente continua.



1.12VARIADORES DE VELOCIDAD

Los variadores de velocidad se utilizan para controlar la velocidad en motores de inducción de 0 a la velocidad nominal a 50 Hz.
Para eso a partir de una tensión de corriente continua generan una "onda cuadrada" o PWM en la que el primer armónico o fundamental varia en frecuencia y tensión.



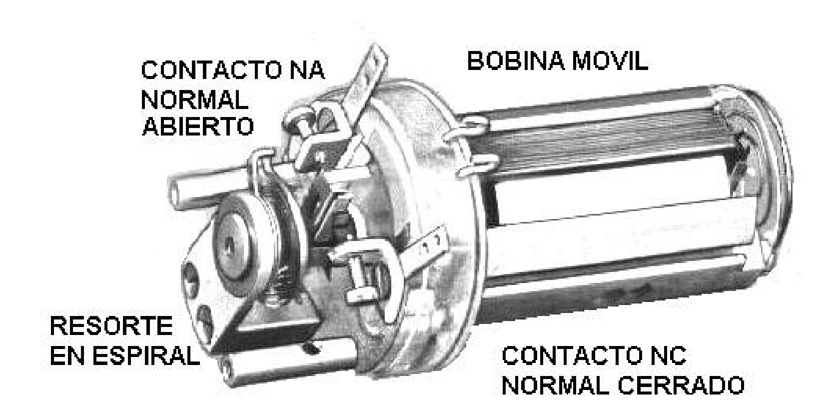
1.12.1CUIDADOS

Estos aparatos sólo deben emplearse en motores de inducción trifásicos y de tamaño respetable.

La tensión continua que forma la onda cuadrada puede llegar a valores muy altos, aun cuando la tensión aplicada al motor sea muy baja.
También debe ponerse atención en conectar la resistencia de freno o descarga, de lo contrario pueden aparecer sobretensiones importantes en el equipo y el motor.

1.13RELES DE BOBINA MOVIL

En Baygorria los relés de mando (RH25) son del tipo electromagnético (la bobina es fija y el hierro es móvil).
En los relés de protecciones (RV15, RV16, etc.) se utiliza un sistema de bobina móvil similar al Galvanómetro D´Ansorval.



A pesar de ser instrumentos delicados los contactos de potencia de estos relés soportan tensiones de 500 V y corrientes de 10 A.

1.13.1CUIDADOS

Al manipular estos relés deben tomarse las mismas precauciones que al trabajar con los galvanómetros.

1.14 MEDIDA DE AISLAMIENTO

La resistencia de aislamiento del bobinado de un motor o un generador esta determinado por:

a) **Tamaño de la máquina**
b) **El tipo de material aislante empleado: papel, barniz, fibras, sintéticos**
c) **Las condiciones ambientales y de utilización del motor o generador: temperatura, humedad, salpicaduras de aceite, polvo, temperatura.**

Un bobinado nuevo, limpio y seco tiene un valor de resistencia de aislamiento estándar. Pasado un tiempo el polvo y la humedad hacen que este valor disminuya, pudiendo llegar a 1/10 el valor original.

1.14.1 REGISTRO HISTÓRICO

A lo largo de la vida de la máquina eléctrica es importante el llevar registros históricos:

- **Nº de la maquina**
- **Valor de resistencia o el IP**
- **Fecha**
- **Temperatura**
- **Humedad**

1.14.2 AISLAMIENTO MÍNIMO (MAQUINAS PEQUEÑAS)

Una regla práctica es tomar el valor en kV de tensión nominal del motor o generador +1, como valor de mínimo aislamiento admisible en megohmios.

También existen tablas:

Resistencia de Aislamiento Medida (a 40 ºC)	Nivel de Aislamiento
< 2 Mohms	Malo
< 50 Mohms	Peligroso
50...100 Mohms	Regular
100...500 Mohms	Bueno
500...1000 Mohms	Muy Bueno
> 1000 Mohms	Excelente

Ejemplo:

Para un motor de 400 VCA el mínimo será 1,4 megohmios (MΩ).
Indicar el valor para un motor de 800 V y otro de 6,5 kV.

1.14.3 ÍNDICE DE POLARIZACIÓN (MAQUINAS GRANDES)

$$IP = \frac{R_{10'}}{R_{1'}}$$

El llamado Índice de Polarización IP o PI en ingles, es el cociente entre el valor de resistencia medido a los 10 minutos dividido el valor medido a 1 minuto. El IP es buen indicador del estado del aislamiento en cuanto a humedad o contenido de agua en el papel, cartón o fibra aislante.

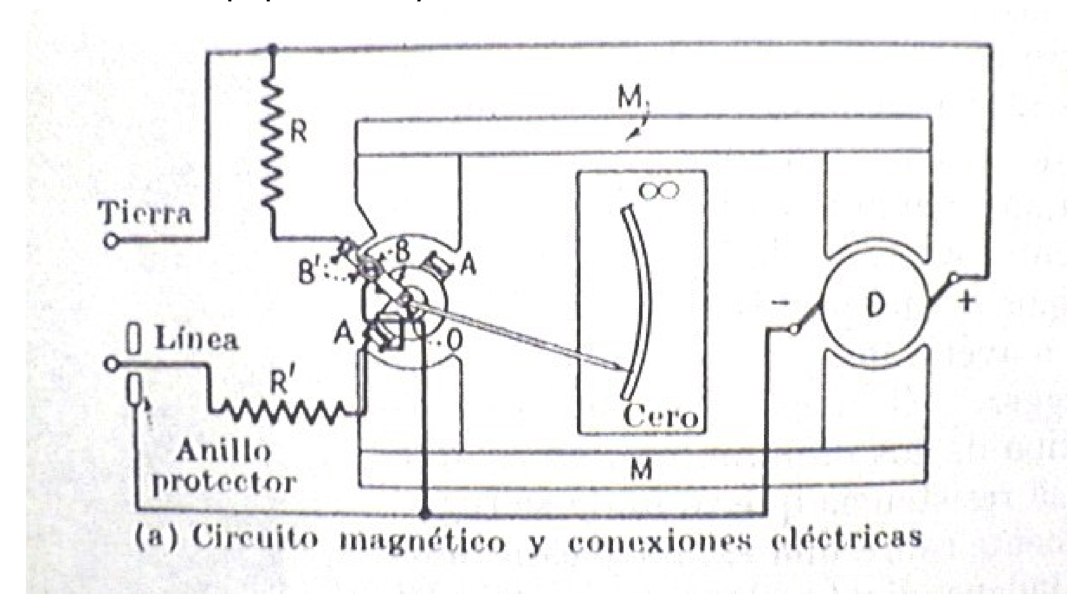
Índice de Polarización Medido	Nivel de Aislamiento (Aislante clase B)
< 1	Malo
< 1,5	Peligroso
1,5...2,0	Regular
2,0...3,0	Bueno
3,0...4,0	Muy Bueno
> 4,0	Excelente

Se utiliza en maquinas grandes, en las pequeñas el valor será casi 1,0 debido a la baja capacidad contra tierra.

1.14.4MEDIDOR DE AISLAMIENTO

También conocido por **MEGGER** (que en realidad es un fabricante) se compone de un generador de tensión continua (electrónico o magneto) y el instrumento en sí mismo.

No debemos olvidar descargar el bobinado una vez finalizada la medida. También se debe tener cuidado de seleccionar el rango de tensión adecuado para no dañar el equipo a ensayar.



(a) Circuito magnético y conexiones eléctricas

No debe emplearse el Medidor de Aislamiento o MEGGER donde existan diodos semiconductores, tarjetas electrónicas, autómatas-PLC, cables de aislamiento seco tipo XLPE.

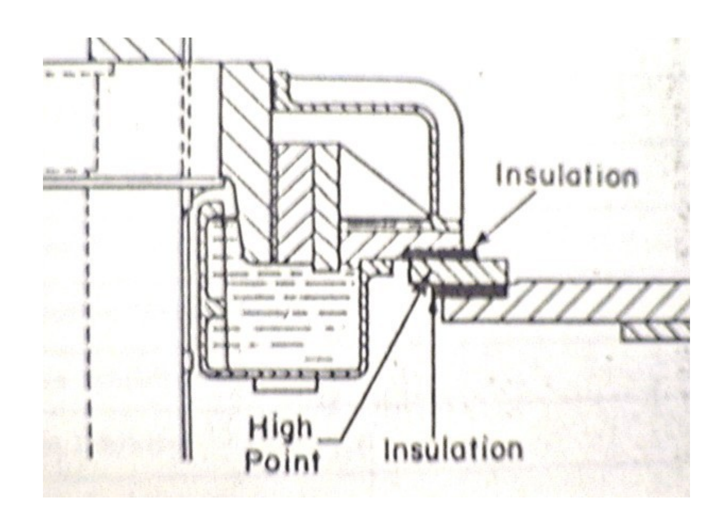
En caso de duda debemos comenzar con el MEGGER en la menor de las escalas.

1.14.5MEGGER Y PUESTA A TIERRA

Una confusión frecuente es el medir resistencias de puesta a tierra con un MEGGER (medidor de aislamiento) en lugar de utilizar un medidor de puesta a tierra, que puede ser de marca MEGGER.
El primero mide con exactitud altos valores de resistencia (> 100 kΩ), el segundo mide valores muy bajos (< 10 Ω).

1.14.6MEDIDA DE AISLAMIENTO EN COJINETES

Para evitar las corrientes de eje que dañan los patines de los cojinetes, se intercalan materiales aislantes en los cojinetes, cañerías e instrumentos por encima del rotor y escobillas de aterramiento del eje debajo de este.



La medida debe realizarse con el Megger en 500 V y no en 2.500 o 5.000 V, ya que se corre el riesgo de estropear el aislamiento. El aislamiento es correcto si la medida es mayor a 20.000 Ω.

1.14.7SECADO DE BOBINADOS

Para un motor o generador detenidos por largo tiempo el material aislante absorbe humedad y esta es la causa del bajo valor de resistencia.
El secado puede realizarse mediante aire caliente, calefactores, horno eléctrico o por un ensayo de corto circuito. Lo que debe cuidarse es de no sobrepasar los 150ºC para bobinados Clase F y 90ºC para bobinados Clase B, en ningún momento y lugar del bobinado. El aumento de temperatura no debe ser mayor a 5ºC por hora.

1.14.8TEMPERATURA DE TRABAJO EN BOBINADOS

Según las propiedades térmicas del material utilizado para elaborar el aislamiento de un bobinado se dice que el bobinado es clase B, F o H (existen otras clases menos comunes).

La clase define la temperatura máxima admisible para el punto mas caliente del motor o generador.

Clase de Aislamiento	B	F	H
Temperatura ambiente máxima Ta	40°C	40°C	40°C
Aumento de temperatura a carga nominal	80°C	100°C	125°C
Diferencia punto mas caliente y promedio	10°C	15°C	15°C
TOTAL = Temperatura punto mas caliente	130°C	155°C	180°C

Ejemplo:

Dos contactos térmicos de protección se colocan en el punto mas caliente de un motor con aislamiento clase B que trabaja en forma continua en condiciones de tensión y carga nominal, a una temperatura ambiente máxima de 25 °C. El contacto de disparo se ajusta a 130°C (temperatura máxima que nunca debe superar el bobinado) y el de alarma en 115°C (temperatura máxima a la podría llegar el bobinado con 25°C en el ambiente).

¿Discutir que sucede si el mismo motor se encuentra en una celda donde la temperatura ambiente llega a 50 °C?

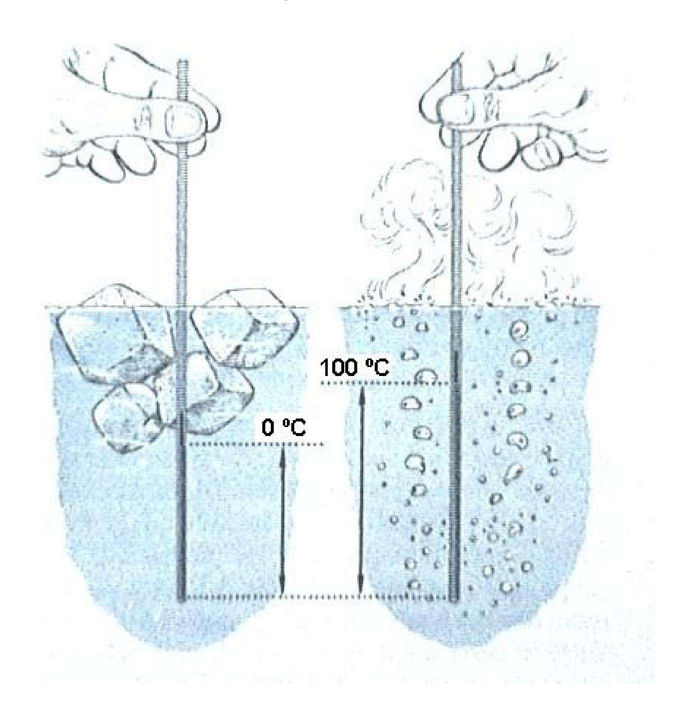
1.15TERMOSTATOS-CONTACTOS DE TEMPERATURA

Existen varias clases o tipos de contactos térmicos o termostatos:

- **BIMETALICOS**: bimetal normalmente cerrados a baja temperatura (disparan el contactor principal)
- **TERMISTORES PTC-NTC:** semiconductores de resistencia variable (un relé o electrónica cierra el contacto)
- **RESISTENCIAS RTD o PLATINO:** varían linealmente la resistencia con la temperatura (un relé o electrónica cierra el contacto)
- **RESISTENCIAS PT100**: son similares a las RTD (a 0°C la resistencia es de 100 Ω)

1.15.1CALIBRACIÓN DE TEMPERATURA

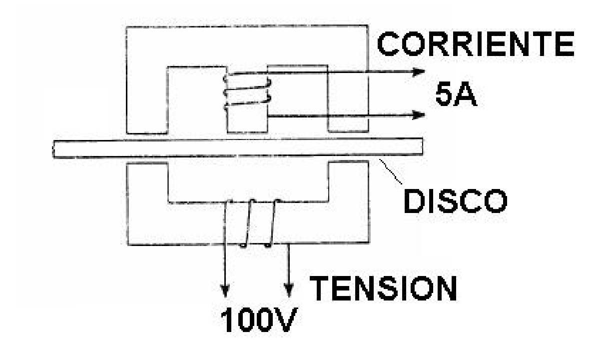
Para calibrar los termostatos o contactos de temperatura en el punto de funcionamiento o trabajo se utiliza un termómetro patrón.
El termómetro patrón se puede calibrar con agua hirviendo para obtener los 100 ºC y con hielo machacado para obtener los 0ºC.



1.16VATIMETROS Y CONTADORES DE ENERGIA

1.16.1ELECTROMECÁNICOS

Básicamente se componen de una bobina de corriente y otra de tensión, que hacen girar un disco metálico, y este mueve un contador numérico.



1.16.2ELECTRÓNICOS

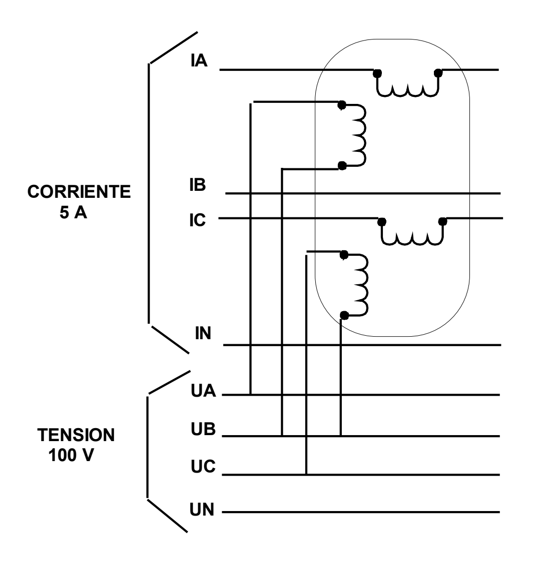
Pueden ser tipo analógicos (con transistores y amplificadores operacionales) o tipo digital o numéricos (como una computadora).

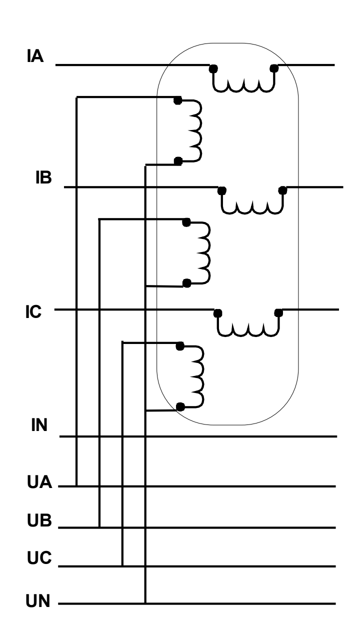
1.16.3CONEXIÓN BLONDEL (2 BOBINAS)

Los vatímetros o contadores de energía electromecánicos utilizan la conexión Blondel o de 2 bobinas de corriente y 2 de tensión, con el fin de simplificar el circuito y economizar un 1/3 de los costos del equipo. Todo a costa de asumir que las tensiones y corrientes son de igual valor y las fases son simétricas (120º entre fase y fase).

1.16.4CONEXIÓN TRIFÁSICA (3 BOBINAS)

Para una medida de precisión o una medida comercial donde mucho dinero esta involucrado, se utilizan 3 bobinas de corriente y tensión.



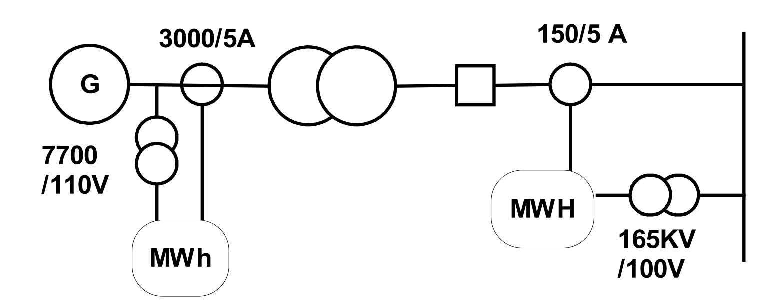


1.16.5RANGO DE MEDIDA

En los vatímetros o contadores de energía instalados en los circuitos de medida (tensión 100 V y corriente 5 A) el rango de medida queda determinado por la relación de transformación de los transformadores de medida de tensión y corriente (TP y TC).

Ejemplo:

En Baygorria en el secundario de medida en la salida de 7kV; el TP es de relación 7700/110 V = 70 y el TC es de relación 3000/5 A = 600. La lectura en KWh del contador habrá que multiplicarla por 42 para pasarla a MWh.



Si el contador de energía da 1800 vueltas por kWhr indicado en el contador numérico, entonces dará 1800/42 = 42,8 vueltas por MWh.

¿ Por cuanto habría que multiplicar la lectura si el mismo contador se instala en la salida del trafo de maquina en 165 kV, donde el TP es de 165kV/100V y el TC 150/5 A?

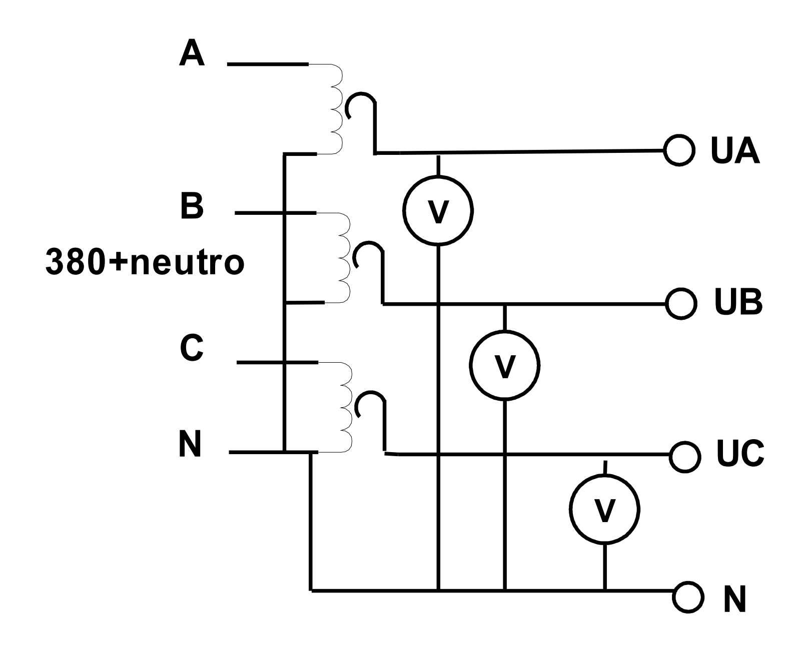
1.17MALETAS DE ENSAYOS

Las “maletas de ensayos” o “valijas de inyección” de corriente son diseñadas específicamente para ensayar relés de protección, instrumentos de tablero, wattímetros y contadores de energía. Pueden ser monofásicas o trifásicas.

Están pensadas para tensiones de 100-110-120 y 200 VCA y corrientes de 1 o 5 A, que son los estándares utilizados en los circuitos de Protección y Medidas en Centrales y Subestaciones de Alta Tensión.

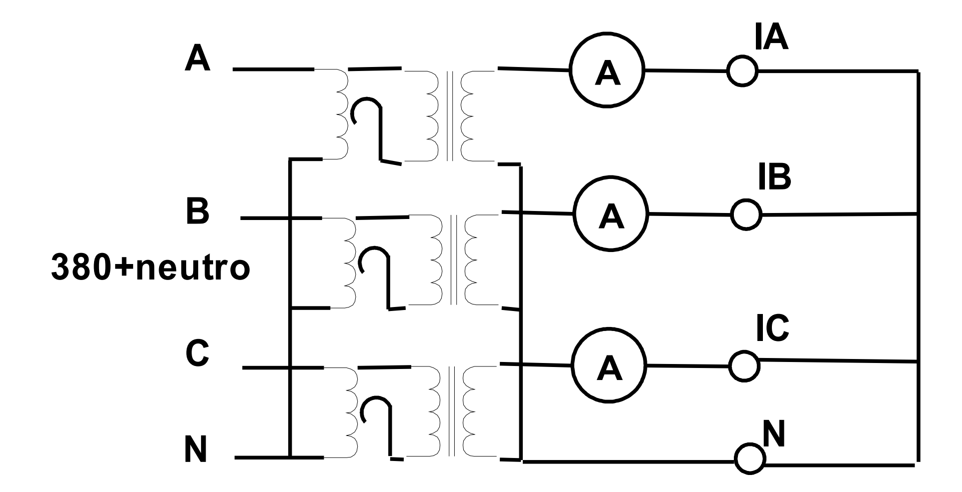
1.17.1TENSIÓN

Las maletas de tensión producen una tensión sinusoidal variable mediante una perilla entre 0 y 200 VCA por ejemplo.



1.17.2CORRIENTE

Las maletas de corriente producen una corriente sinusoidal variable mediante una perilla entre 0 y 10 ACA por ejemplo.



Se debe prestar particular atención al utilizarlas para evitar daños en las maletas o en los equipos a ensayar. Verificar sentido de giro de la tensión de alimentación, puesta a tierra, conexión del neutro, rango a utilizar, conectar las 3 fases de alimentación y de salida para simetrizar las corrientes.

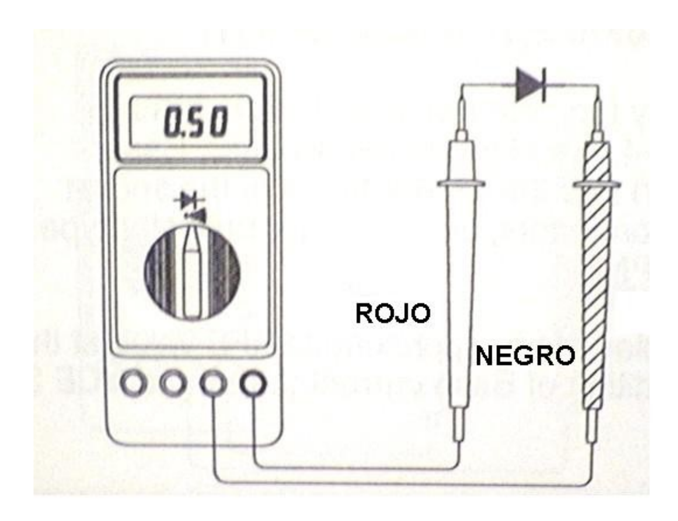
1.18MEDIDA DE DIODOS

Un diodo dañado o "quemado" puede estar:

a) **en cortocircuito**
b) **cortado o abierto.**

Con el Tester Digital en la posición **DIODE**:

ESTADO DEL DIODO	Directa	Inversa
Bueno	0,5 a 0,7 V	OL o 2.999
En Corto	0,0 a 0,3 V	
Cortado	OL o 2.999	

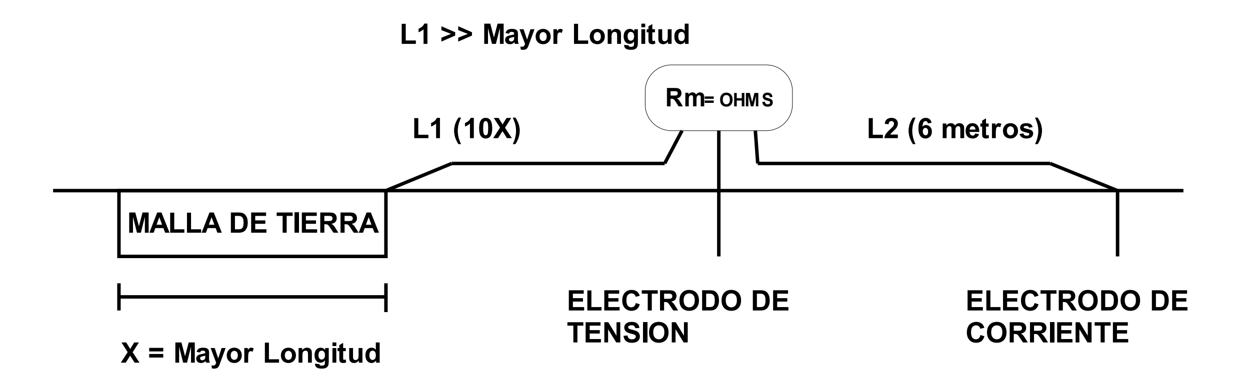


Los diodos en encapsulado de vidrio o plástico negro generalmente se queman cortados. Los diodos en encapsulado cerámico o resina se queman en corto circuito.

1.19MEDIDA DE PUESTA A TIERRA

La medida del valor real de resistencia de una puesta a tierra no es sencilla de realizar. El procedimiento del manual de la maleta portátil de medida de puesta a tierra, es valido para una jabalina en medio de un terreno. No es valido para otros casos (muchas jabalinas, malla enterrada, etc.).

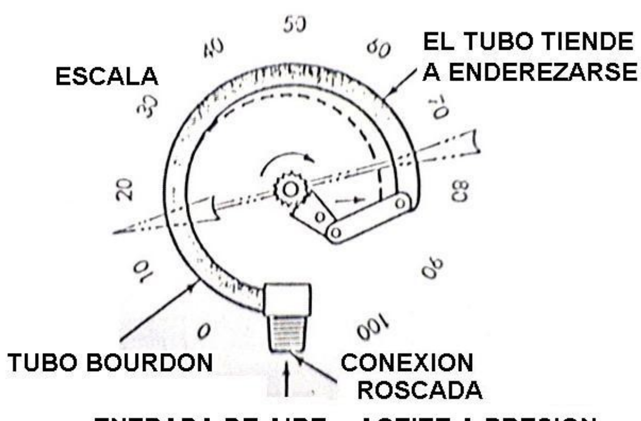
En estos otros casos, mediante el método del dibujo, podemos realizar una medida de resistencia solo para verificar que todo este bien, pero no podemos tomar ese valor como la resistencia real de puesta a tierra.



1.20MEDIDA DE PRESION

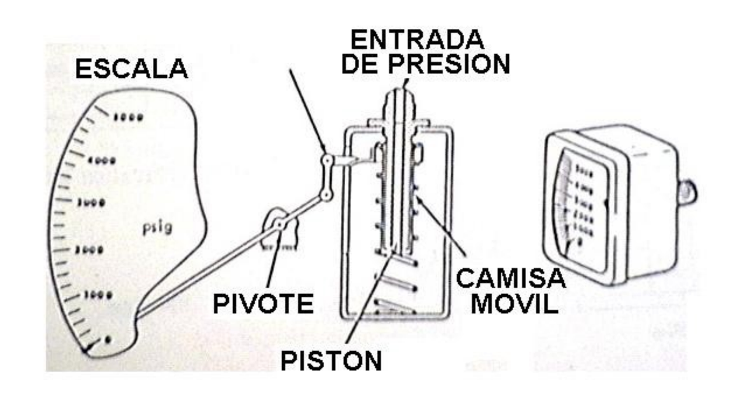
1.20.1MANÓMETRO BOURDON

Es un tubo que bajo presión varia su curvatura y esta es medida en una escala.



1.20.2MANÓMETRO SCHRADER

La presión del aceite trabaja en un pistón que a su vez presiona un resorte creando una oponente medible en escala.



1.21 TEORIA DE MEDICION Y ERROR

A la hora de anotar los valores medidos y realizar el calculo de los resultados y su error es necesario profundizar en la teoría de Medición y Error.

En el proceso de medición se requiere del uso de un instrumento para cuantificar o determinar la magnitud (valor medido) de una variable.

1.21.1 DEFINICIONES SEGÚN NORMA UNIT-ISO 10012

En los últimos años se han producido algunos cambios en la "jerga" o lenguaje técnico empleado en Medidas Eléctricas.

Estos están detallados en la NORMA UNIT-ISO 10012-1:94 y el Procedimiento PR-HID-GE-0013/02 de la Gerencia Generación Hidráulica. Es conveniente un repaso de los mismos.

1.21.1.1 EXACTITUD

Cercanía entre el resultado de una medición y el valor verdadero.

1.21.1.2 INCERTIDUMBRE (INTERVALO DE ERROR)

Rango dentro el cual se encuentra el valor verdadero con una probabilidad dada. Generalmente se expresa a partir de datos estadísticos obtenidos en experiencias realizadas.

1.21.1.3 ERROR

Resultado de una medición menos el valor verdadero.

1.21.1.4RANGO DE MEDICION

Son los valores para los cuales el error de un instrumento de medición se encuentra dentro de los límites especificados.

1.21.1.5RESOLUCIÓN (ANTES PRECISIÓN)

Cantidad que expresa la capacidad de distinguir valores contiguos inmediatos.

1.21.1.6PATRON

Medida, instrumento o sistema de medición de referencia, que permite definir, conservar y reproducir una unidad de medida, mediante comparación a otros instrumentos.

1.21.1.7TRAZABILIDAD

Cadena de comparaciones interrumpida entre patrones nacionales entre si y patrones internacionales.

1.21.1.8CALIBRACIÓN (ANTES CONTRASTE)

Relación entre el valor indicado por un instrumento de medición y el de una referencia o patrón.

1.21.1.9AJUSTE (ANTES CALIBRACIÓN)

Operación u intervención sobre el instrumento para mejorar su calibración.

1.21.1.10CIFRAS SIGNIFICATIVAS

El número de cifras significativas con el cual se expresa un resultado proporciona información real de la resolución (precisión) de la medida.

Ejemplo:

Una medida de la tensión del alternador de 7,3 kV (2 cifras) no es lo mismo que 7.300 V (4 cifras). La segunda indica que el instrumento utilizado es de mayor resolución o precisión.

1.21.1.11EXACTITUD EN LA SUMA

Cuando se suman dos o mas mediciones de distinta exactitud, el resultado es tan exacto según lo sea la medición menos exacta.

Ejemplo:

La suma de una resistencia de 2,0 K ohms (2 cifras significativas) en serie con una resistencia de 110 ohms (3 cifras), es una resistencia de 2,1 K ohms y no 2,110 K ohms.

¿Que sucede con el paralelo de las resistencias?

1.21.1.12EXACTITUD EN LA MULTIPLICACIÓN

En una multiplicación el número de cifras significativas aumenta en el resultado, pero sólo se deben tomar las cifras significativas de la medida menos exacta.

Ejemplo:

En un motor con la pinza amperimétrica se mide una corriente trifásica de 10,5 A (3 cifras significativas) en cada fase, y con el Tester digital Fluke o LG una tensión de 395,0 Voltios (4 cifras significativas) entre las tres fases.

La potencia aparente calculada se expresa como 7,18 kVA y no como 7.183,680724 VA.

POTENCIA APARENTE $\sqrt{3} \times V \times I = \sqrt{3} \times 395{,}0V \times 10{,}5A = 7.183{,}6807VA = 7{,}18kVA$

El resultado nunca puede tener mas cifras significativas o ser de mayor exactitud que las mediciones originales.

¿Calcular y expresar correctamente la potencia activa si la medición del coseno fi es 0.9?

1.22 TIPOS DE ERRORES AL MEDIR

1.22.1ERRORES GRAVES O GRUESOS

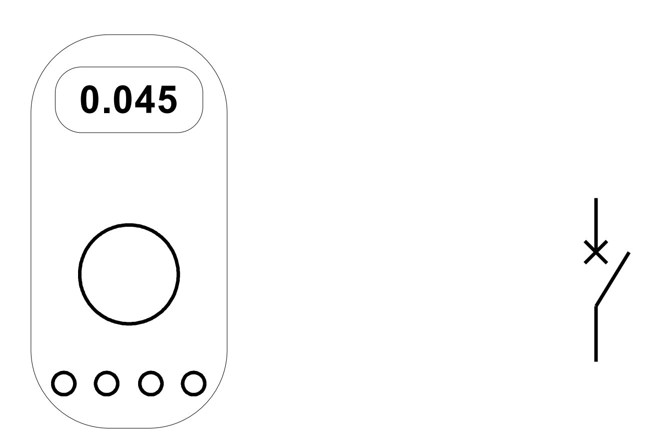
Se deben a fallas humanas, cálculos mal realizados y hasta el mal uso de instrumentos.

1.22.2CAUSAS

- No lectura de los manuales y especificaciones del instrumento y equipos auxiliares.
- Conexionado incorrecto de bornes y terminales.
- Tensión de alimentación incorrecta (380 VCA y no 220 VCA)
- Sentido de Giro de Fases incorrecto (R-S-T O T-S-R)
- Variaciones en tensión de alimentación, humedad y temperatura.
- Presencia cercana de equipos de radio (Handys)

Ejemplo 1:

Para medir la resistencia en los contactos de un interruptor, no se puede utilizar un Tester de aguja o un Tester Fluke o LG.



La resistencia de los cables, puntas del Tester o contacto del cocodrilo son iguales o mayores a la resistencia que se pretende medir. Debe realizarse la medida con un Tester de 4 hilos o inyectando una corriente y midiendo la caída de tensión en el contacto.

Ejemplo 2:

Un error muy común es el olvidar que los voltímetros tienen IMPEDANCIA DE ENTRADA alta o baja y como esta afecta para mal o para bien el circuito a medir.

En los antiguos Tester de aguja la impedancia de entrada varia de kilo a megohmios y depende de la escala elegida.

En los nuevos Tester digitales (tipo Fluke o LG) la impedancia de entrada es 1 o 10 megohmios estándar.

En el caso de una pila o batería (en vació o sin conectar); ¿Cuál lectura es mas representativa? ¿La del Tester digital o la del analógico?

1.22.3ERRORES SISTEMÁTICOS

Pueden ser:

a) *errores instrumentales* en la mecánica o electrónica del mismo instrumento

b) *errores ambientales* provocados por las condiciones externas.

1.22.3.1EJEMPLOS DE INSTRUMENTALES

- Resorte vencido en un galvanómetro Dársonval, debido a sobrecarga o a un golpe.
- Diodo Zener de referencia de tensión en falta, en un Tester digital tipo Fluke o LG.
- Olvidar realizar el ajuste de cero en una pinza amperimétrica.
- Falso contacto en cables o puntas de Tester digital tipo Fluke o LG.

1.22.3.2EJEMPLOS DE AMBIENTALES

- Sensor o sonda de entrehierro del alternador operando a 90 ºC cuando su rango es de -20 a +85ºC.
- Campo magnético junto a las barras de salida del alternador.
- Campo electromagnético junto a una antena de UHF.

Ejercicio:
Enumere medidas preventivas en estos y otros casos posibles.

1.22.4ERRORES ALEATORIOS

Se asume que un error es aleatorio cuando todos los demás errores sistemáticos ya han sido considerados.

1.22.5MEDIA O PROMEDIO

Es el valor mas probable de una variable medida. Se calcula como la media aritmética, o sea la suma de las N medidas realizadas dividido N.

1.22.6DESVIACIÓN PROMEDIO

Es una indicación de la precisión del instrumento.

2.CONDUCTORES ELÉCTRICOS

2.1CONSTITUCIÓN DE LOS CONDUCTORES EMPLEADOS EN LAS INSTALACIONES INTERIORES

Los conductores que se emplean en instalaciones interiores se presentan en forma de hilos o de cables.

Se llama hilo a toda varilla delgada y estirada de metal, entendiendo por delgada que su longitud es muy grande, en comparación con su diámetro. Será hilo desnudo si está desprovisto de aislamiento, e hilo aislado si está recubierto de uno o más materiales aislantes; en este último caso, aunque el término "hilo" se refiere al alma metálica, la denominación "hilo aislado" incluye también el aislamiento. En instalaciones interiores se emplean casi siempre los hilos aislados.

Se denomina cable o conductor cableado a un conductor constituido por un grupo de hilos o de una combinación de grupos de hilos, trenzados y retorcidos juntos. También hay cables desnudos y retorcidos juntos. También hay cables desnudos y cables aislados, empleándose casi siempre estos últimos en las instalaciones interiores.

La ventaja fundamental del cable sobre el hilo es su flexibilidad; por ejemplo, un hilo de 6 mm^2 es mucho más rígido que el cable de la misma sección y, por lo tanto, más difícil de trabajar y de instalar. Es por esa razón, que excepto para pequeñas secciones, resulta siempre preferible el empleo de cables.

Los hilos y los cables se expresan por su sección en milímetros cuadrados. Las secciones normalizadas se muestran en la tabla de la página siguiente. Las expresiones de la tabla anterior: cables de formación normal, cables de formación flexible y cables de formación extraflexible, se refieren al grado de flexibilidad de los conductores que constituyen el cable, y que será tanto

mayor, cuanto mayor sea el número de los hilos constituyentes del cable. En las tablas que siguen, se expresan la constitución de los distintos tipos de cables que se han citado:

Hilos (mm²)	Cables (mm²)		
	Formación normal	Formación flexible	Formación extraflexible
0,25	–	0,25	0,25
0,50	–	0,50	0,50
0,75	–	0,75	0,75
1	1	1	1
1,5	1,5	1,5	1,5
2,5	2,5	2,5	–
4	4	4	–
6	6	6	–
10	10	10	–
–	16	16	–
–	25	25	–
–	35	35	–
–	50	50	–
–	70	70	–
–	95	95	–

Tabla 1. SECCIONES NOMINALES DE LOS CONDUCTORES EMPLEADOS EN INSTALACIONES INTERIORES.

Sección nominal mm²	Número de hilos	Diámetro exterior mm
1	7	1,2
1,5	7	1,5
2,5	7	2,0
4	7	2,6
6	7	3,1
10	7	4,1
16	7	5,1
25	7	6,5
35	7	7,6
50	19	9,0
70	19	12,7
95	19	10,8

Tabla 2. CONSTITUCIÓN DE LOS CABLES DE FORMACIÓN NORMAL.

Sección nominal mm²	Número de hilos	Diámetro exterior mm
0,25	8	0,62
0,50	16	0,9
0,75	24	1,2
1	32	1,4
1,5	40	1,6
2,5	50	2,0
4	80	2,6
6	119	3,1
10	127	4,5
16	181	5,6
25	199	7,3
35	281	8,8
50	403	10,6
70	573	12,6
95	759	14,5

Tabla 3. CONSTITUCIÓN DE LOS CABLES DE FORMACIÓN FLEXIBLE.

Sección nominal mm²	Número de hilos	Diámetro exterior mm
0,25	12	0,65
0,50	24	0,9
0,75	37	1,1
1	49	1,3
1,5	74	1,5

Tabla 4. CONSTITUCIÓN DE LOS CABLES DE FORMACIÓN EXTRAFLEXIBLE.

Estructuralmente, un conductor para instalaciones interiores consta de las partes que se indican a continuación.

I. En la parte central están los conductores propiamente dichos, que son los elementos destinados a conducir la corriente: en casi todos los casos, de cobre o de aluminio. Se denomina cuerda a cada uno de los grupos de conductores que constituye un cable. Cuando el hilo o el cable consta de un solo conductor o grupos de conductores, se denomina monoconductor y si incluyen dos o más conductores o grupos de conductores, aislados entre sí, se denomina policonductor o, también, multiconductor. En instalaciones interiores, y según los casos, se emplean hilos y cables monoconductores y policonductores.

II. Cada conductor (o grupo de conductores en el caso de cables), lleva su propio aislamiento, destinado a aislarlo eléctricamente de los demás conductores (o grupos de conductores). El conjunto constituido por cada conductor (o grupo de conductores) y su propio aislamiento, se denomina alma o vena.

III. El conjunto de conductores de un hilo o cable policonductor lleva muchas veces un aislamiento común, denominado cintura, que se aplica sobre las almas reunidas y que, generalmente, es de la misma naturaleza que el aislamiento de estas almas. Los huecos entre la cintura y las almas se rellenan con un espesor aislante o material de relleno. El aislamiento, la cintura y el material de relleno constituyen los recubrimientos aislantes propiamente dichos del hilo o cable, es decir, los que tienen por objeto evitar perforaciones a causa del campo eléctrico existente entre los conductores y entre éstos y tierra. Además

de estos recubrimientos aislantes, los hilos y cables para instalaciones interiores llevan distintos recubrimientos protectores, que no tienen función esencialmente eléctrica, aunque en muchos casos, estén constituidos también por materiales aislantes, sino que están destinados a proteger al hilo o cable contra esfuerzos mecánicos, efectos químicos, etcétera. Entre estos recubrimientos protectores se pueden citar :

a) las cubiertas que recubren exteriormente el hilo o cable y que están constituidas por materiales textiles, derivados del caucho, materiales termoplásticos, etc. y que están destinadas a evitar los peligros de corrosión y otros agentes químicos, tanto a los materiales conductores que constituyen el hilo o cable, Como a sus recubrimientos aislantes.
b) las envolturas metálicas de los hilos o cables aislados con sustancias higroscópicas, y que están destinadas a evitar el paso de la humedad hasta estas sustancias, cuya acción haría que perdieran sus propiedades aislantes. Por lo general, para estos efectos se emplea el plomo.
c) las armaduras o envolturas metálicas de metal duro (hierro, acero, etcétera) destinadas a proteger el hilo o cable contra las acciones mecánicas exteriores. Los hilos o cables provistos de armadura se denominan armados y en instalaciones interiores solamente se emplean en casos especiales.

Según especificaciones de las Normas UNE, los hilos o cables pueden ser de 1, 2, 3, 4 o más conductores iguales, o de 3 conductores iguales y uno de sección más reducida para el conductor neutro. La sección nominal de este conductor neutro, se indica en la tabla siguiente, en función de la sección de los conductores activos o de fase:

2.2MATERIALES CONDUCTORES EMPLEADOS EN HILOS PARA INSTALACIONES INTERIORES

Excepto en algunas aplicaciones muy particulares, los únicos materiales conductores empleados en instalaciones interiores son el cobre y el aluminio.

Sección nominal de los conductores activos mm^2	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95
Sección nominal del conductor neutro mm^2	1	1,5	1,5	2,5	4	6	10	16	16	25	35	50

Tabla 5. SECCIÓN NOMINAL DEL CONDUCTOR NEUTRO DE LOS CONDUCTORES EMPLEADOS EN INSTALACIONES INTERIORES.

2.3PROPIEDADES DE LOS MATERIALES CONDUCTORES

En la siguiente tabla se muestran las principales propiedades del cobre y el aluminio que son los materiales conductores utilizados en instalaciones interiores.

Propiedad	Cobre	Aluminio
Número atómico	29	13
Peso específico	8,89 g/cm^2	2,703 g/cm^2
Coeficiente de temperatura por °C a 20°C	0,00393	0,00403
Conductividad eléctrica	100%	60,97%
Conductividad térmica	0,93 cal/cm^3	0,52 cal/cm^3
Temperatura de fusión	1083°C	660°C
Coeficiente de dilatación lineal por °C	$16,22 \times 10^{-6}$	$23,0 \times 10^{-6}$
Calor específico	0,0918 cal/g/°C	0,2259 cal/g/°C
Resistividad volumétrica a 20°C	0,017241 $\Omega.mm^2/m$	0,02828 $\Omega.mm^2/m$
Resistividad eléctrica (Ω en 304.8m a 20°C)	10,371 Ω	17,0 Ω
Esfuerzo de tensión, temple duro	38,70 kg/cm^2	1820 kg/cm^2
Esfuerzo de tensión, temple suave	2250 kg/cm^2	845 kg/cm^2
Módulo de elasticidad	1200000 kg/cm^2	702000 kg/cm^2
Resistencia al corte	1750 kg/cm^2	665 kg/cm^2
Resistencia límite de frecuencia	560 kg/cm^2	350 kg/cm^2

2.4AISLAMIENTOS

Los materiales empleados como aislamiento en los conductores para instalaciones interiores son:

TIPO DE AISLAMIENTO	MATERIAL
TERMOPLÁSTICOS	Policloruro de vinilo
	Polietileno
TERMOESTABLES	Polietileno reticulado
	Etileno – propileno
ELASTOMEROS	Caucho natural (Goma)
	Polisobutileno – isopreno (Caucho butílico)

Los materiales empleados como cubiertas en los conductores para instalaciones interiores son:

TIPO DE CUBIERTA	MATERIAL
TERMOPLÁSTICOS	Policloruro de vinilo
ELASTOMEROS	Caucho natural (Goma)
	Policloropreno (Neopreno)

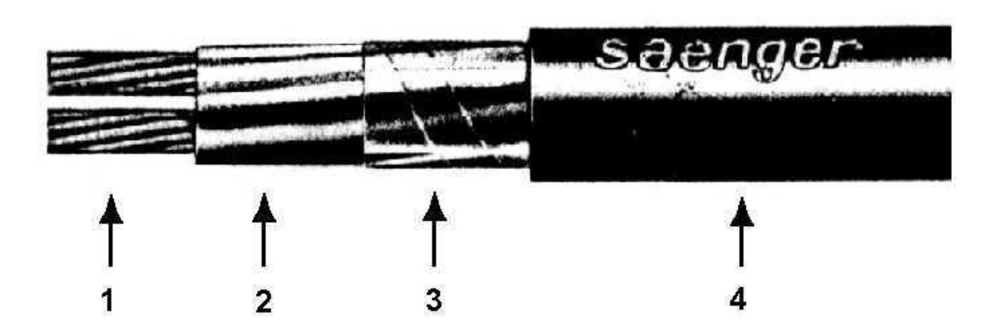


Fig. 1. Corte longitudinal parcial de un cable bipolar aislado con polietileno reticulado:
1. Conductores redondos (cobre o aluminio).
2. Aislamiento individual de conductores, de polietileno reticulado.
3. Cinta empaquetadora helicoidal, de poliester.
4. Cubierta exterior de policloruro de vinilo negro.
Designación: UNE RV 2x25 0,6/1kV.
(Cable Hersatne de SAENGER).

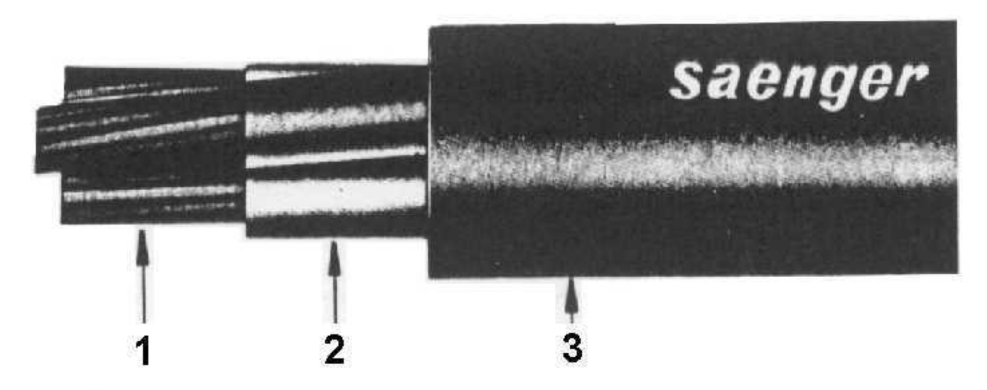


Fig. 2. Corte longitudinal parcial de un cable tripolar. aislado con caucho etileno-propileno:
1. Conductores redondos (cobre o aluminio).
2. Aislamiento individual de conductores, de caucho etileno-propileno.
3. Cubierta exterior de policloruro de vinilo negro.

Designación UNE: DV 3x 35 0 ,6/1 kV. (Cable Parabun de SAENGER).

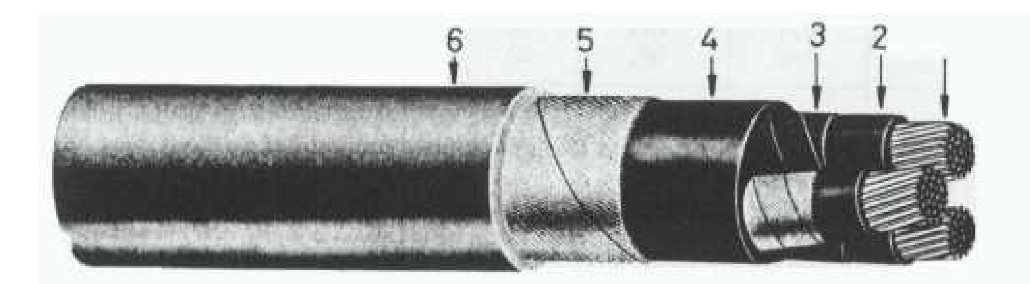


Figura 3. Corte longitudinal parcial de un cable tripolar, aislado con caucho butílico: 1. Conductores redondos (cobre estañado o aluminio). 2. Aislamiento individual de conductores, de polisobutileno-isopreno (caucho butílico). 3. Cintas de separación, de fibras textiles. 4. Espesor aislante, de polisobutileno-isopreno (caucho butílico). 5. Cinta de separación, de fibras textiles. 6. Cubierta exterior, de policloruro de vinilo. Designación UNE: BV 3 × 350 0,6/1 kV. (Cable Butiltenax de PIRELLI).

2.5CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CONDUCTORES PARA INSTALACIONES INTERIORES

La siguiente tabla presenta las características técnicas de los conductores con aislamiento y cubierta de Policloruro de vinilo.

Sección nominal mm2	Características físicas			Características eléctricas			
				Intensidad admisible en régimen permanente		Caída de tensión entre fases	
	Diámetro exterior mm	Masa aprox. Kg/km	Radio mínimo de curvatura mm	Cable enterrado 25°C A	Cable al aire 40°C A	cosφ=0,8 V/A.km	cosφ=1 V/A.km
Cobre							
1x1,5	5,4	45	22	28	16	20,2	25,1
1x2,5	5,8	55	23	38	22	12,1	15,0
1x4	6,7	80	27	50	30	7,64	9,41
1x6	7,6	105	30	63	38	5,18	6,35
1x10	8,5	155	34	85	53	3,11	3,77
1x16	9,5	215	38	110	71	2,01	2,37
1x25	11,2	320	45	140	96	1,30	1,50
1x35	12,4	420	50	170	115	0,96	1,08
1x50	14,1	560	60	200	145	0,73	0,80
Aluminio							
1x16	9,5	126	38	86	55	3,26	3,94
1x25	11,2	170	45	110	75	2,09	2,49
1x35	12,4	210	50	130	90	1,54	1,80
1x50	14,1	270	60	155	155	1,15	1,33
Cobre							
2x1,5	8,4	110	34	33	20	23,7	29,4
2x2,5	9,2	140	37	45	26	14,3	17,7
2x4	11	205	44	58	35	9,00	11,1
2x6	13,2	295	55	75	45	6,12	7,50
2x10	15	420	60	98	65	3,68	4,46
2x16	17	600	70	125	85	2,33	2,78
2x25	20,8	910	85	165	115	1,51	1,77
2x35	23,2	1175	95	195	140	1,10	1,27
2x50	26,2	1550	130	230	165	0,84	0,94
Aluminio							
1x16	17	405	70	98	66	3,83	4,66
1x25	20,8	595	85	130	90	2,45	2,94
1x35	23,2	740	95	155	110	1,80	2,12
1x50	26,2	955	130	180	130	1,34	1,57

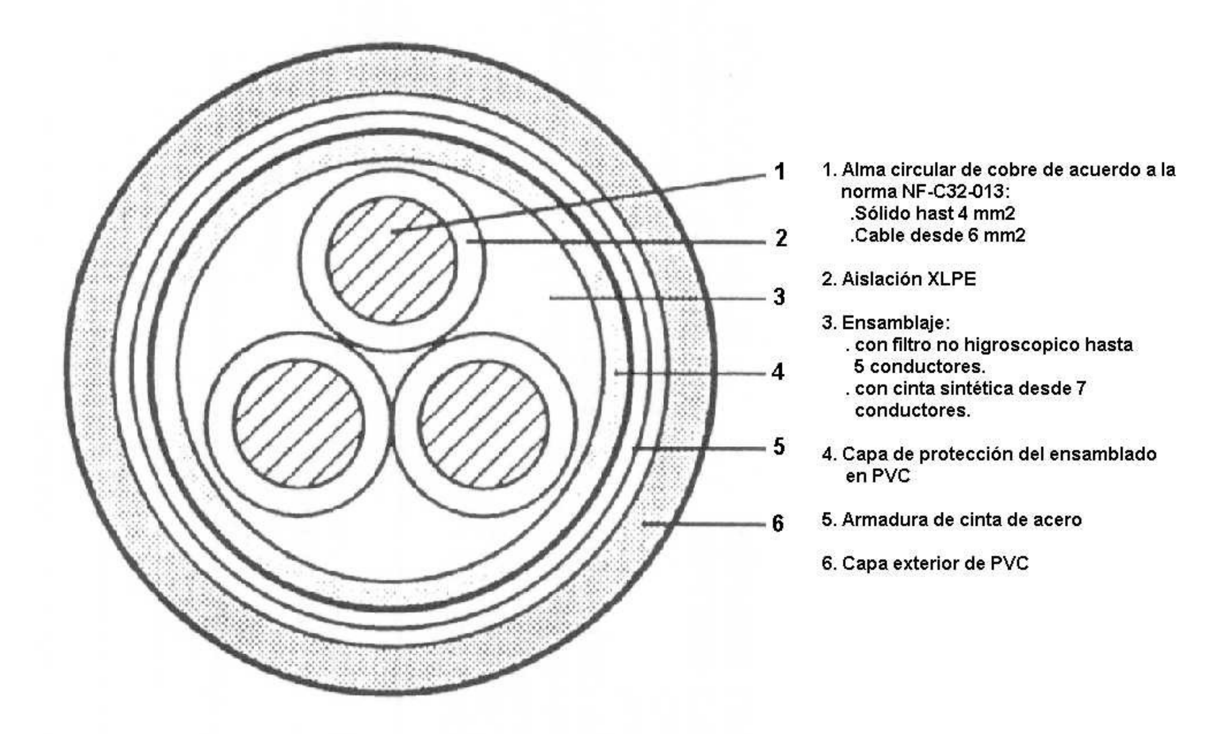
DESIGNACIÓN UNE: VV 0,6/1 kV

TENSIÓN MÁXIMA DE SERVICIO: 1000 V

Sección nominal mm2	Características físicas			Características eléctricas			
	Diámetro exterior mm	Masa aprox. Kg/km	Radio mínimo de curvatura mm	Intensidad admisible en régimen permanente		Caída de tensión entre fases	
				Cable enterrado 25°C A	Cable al aire 40°C A	cosφ=0,8 V/A.km	cosφ=1 V/A.km
Cobre							
3x1,5	8,9	125	36	25	15	20,4	25,4
3x2,5	9,7	165	39	34	21	12,3	15,3
3x4	11,6	245	46	45	28	7,77	9,60
3x6	14	355	55	56	36	5,28	6,49
3x10	15,9	520	65	75	50	3,19	3,86
3x16	18,5	755	75	97	65	2,01	2,40
3x25	22,1	1140	90	125	87	1,32	1,53
3x35	25,1	1515	125	150	105	0,97	1,10
3x50	27,9	1975	140	180	130	0,73	0,81
Aluminio							
3x16	18,5	460	75	76	51	3,31	4,03
3x25	22,1	670	90	98	68	2,12	2,54
3x35	25,1	865	125	120	82	1,55	1,83
3x50	27,9	1080	140	140	100	1,16	1,35
Cobre							
4x1,5	9,6	150	38	25	15	20,4	25,4
4x2,5	10,6	200	42	34	21	12,3	15,3
4x4	13,2	320	55	46	28	7,77	9,60
4x6	15,3	445	65	56	36	5,28	6,49
3x10+1x6	17,1	615	70	75	50	3,19	3,86
3x16+1x10	19,8	905	80	97	65	2,01	2,40
3x25+1x16	23,8	1375	95	125	87	1,32	1,53
3x35+1x16	26,1	1715	130	150	105	0,97	1,10
3x50+1x25	30	2315	150	180	130	0,73	0,81
Aluminio							
4x16	20,3	560	85	76	51	3,31	4,03
3x25+1x16	23,8	805	95	98	68	2,12	2,54
3x35+1x16	26,1	965	130	120	82	1,55	1,83
3x50+1x25	30	1320	150	140	100	1,16	1,35

2.6ESPECIFICACIONES DE ALGUNOS CONDUCTORES

2.6.1CABLES PIRELLI U 1000 RVFV 0,6/1KV

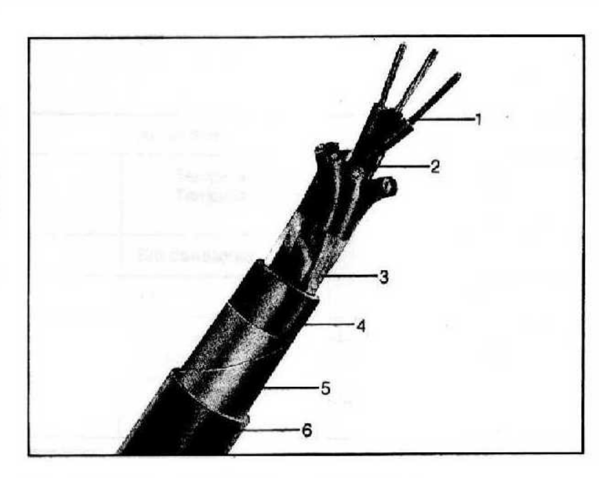


2.6.2CABLES DE CONTROL PVC - PVC BLINDADOS 1000V

Especificações técnicas do produto

Construção

1) Condutor formado por fios de cobre eletrolítco nu, têmpera mole, encordoamento Classe 2.
2) Isolação em PVC (70°C) - composto termoplástico de Cloreto de Polivinila na cor preta.
3) Enfaixamento com fita plástica especial.
4) Capa interna de PVC - composto termoplástico de Cloreto de Polivinila ou enfaixamento de fita têxtil.
5) Blindagem metálica com fita de cobre nu, têmpera mole.
6) Cobertura de PVC - composto termoplástico de Cloreto de Polivinila na cor preta.



Identificação dos condutores

Adotamos o sistema de identificação por veias numeradas, feita por número impressos sobre a isolação. Sob consulta, poderemos executar outras formas de identificação prevista pela Norma NBR 7289.

Aplicação

São empregados nos circuitos de comando, controle e sinalização de equipamentos elétricos em geral, em áreas industriais, usinas geradoras de energia elétrica, subestações transformadoras, etc...

São constituídos por uma blindagem de fita de cobre para evitar influências eletromagnéticas nos sinais a serem transmitidos.

Especificações aplicáveis

NBR 6880 - Condutores de cobre para cabos isolados.
NBR 7289 - Cabos de controle com isolação sólida extrudada com Polietileno (PE) ou Cloreto de Polivinila (PVC) para tensões até 1 kV.

Sob consulta podemos fabricar cabos de controle:
- blindados com trança de fios de cobre;
- armados com fitas de aço galvanizadas;
- armados com fios de aço galvanizados.
- nas seções 0,5 mm² a 1 mm² dependendo do nº de veias.

Cabos de Controle PVC-PVC Blindados 1.000 V

Dados construtivos	Nº de condutores	Espessura da cobertura (mm)	Diâmetro externo do cabo (mm)	Peso líquido nominal (kg/km)
Seção nominal: 1,5 mm² Condutor: Formação: 7/0,51 mm Diâmetro: 1,53 mm Isolação de PVC (70°C): Espessura: 0,8 mm Diâmetro sobre o condutor Isolado: 3,13 mm	2	1,4	11,5	204
	3	1,4	11,9	229
	4	1,4	12,9	267
	5	1,4	13,8	291
	6	1,4	14,7	334
	7	1,4	14,7	345
	8	1,4	15,7	403
	9	1,4	16,6	432
	10	1,4	18,3	495
	12	1,4	18,3	516
	14	1,4	19,2	575
	15	1,4	20,0	630
	16	1,4	20,0	642
	19	1,4	21,0	722
	20	1,4	21,5	772
	24	1,5	24,8	944
	25	1,5	24,8	958

2.6.3CANALIZACIONES

Tabela 6
Correntes máximas admissíveis em ampères por condutor
Cabos Vinil 0,6/1 kV unipolares e multipolares

Seção nominal (mm²)	No solo			Ao ar livre		
	Temperatura no condutor ..... 70°C Temperatura ambiente ..... 25°C Resistividade térmica do solo ... 1,0 K.m/W			Temperatura no condutor ..... 70°C Temperatura ambiente ..... 30°C		
	Em banco de duto(s)			Em canaletas		
	8	9	10	11	12	13
	1 cabo unipolar por duto	3 cabos unipolares em trifólio* por duto	1 cabo tripolar no duto	3 cabos unipolares em plano	3 cabos unipolares em trifólio*	1 cabo tripolar
1,5	24	22	18	23	19	18
2,5	32	28	23	31	25	23
4	41	37	31	41	34	31
6	52	46	39	51	43	40
10	69	62	52	69	58	54
16	89	80	68	91	77	72
25	116	104	89	120	101	96
35	140	125	109	146	123	117
50	167	149	130	175	149	142
70	206	184	162	218	187	177
95	249	222	197	265	226	217
120	284	254	227	304	264	247
150	322	286	256	343	300	291
185	366	324	290	390	344	332
240	434	383	344	459	418	397
300	493	432	391	517	470	450
400	564	489	—	566	540	—
500	643	549	—	662	614	—

* ou triplexado

Fios e Cabos Siemens	Maneira de instalar	Esquema indicativo
Fios Noflam BWF 750 V Cabos Noflam BWF 750 V Cabos Vinil 0,6/1 kV Cabos Noflam Flex 750 V	Eletroduto em instalação aparente	
	Eletroduto embutido em teto, parede ou piso	
	Eletroduto em canaleta (aberta, ventilada ou fechada)	
	Calha fechada	
Fios Noflam BWF 750 V Cabos Noflam BWF 750 V Cabos Noflam Flex 750 V	Moldura, rodapé ou alizar	
Cabos chumbo BWF 2 e 3 condutores 750 V Cabos Vinil 0,6/1 kV	Fixação direta na parede ou teto	
	Bandeja ou prateleira	
	Suportes	
	Poço	
	Canaleta (aberta ventilada ou fechada)	
	Espaço de construção	
	Bloco alveolado	
Cabos Vinil 0,6/1 kV	Diretamente enterrado	
	Eletroduto enterrado diretamente ou em envelope de concreto	
Fios Noflam BWF 750 V Cabos Noflam BWF 750 V Cabos Vinil 0,6/1 kV Fios WPP Cabos WPP	Sobre isoladores	
	Linha aérea	
Cabos Superflex 750 V Cordões flexíveis torcidos e paralelos 300 V	Ligação de equipamentos e aparelhos portáteis	

2.6.4RESISTENCIA A TEMPERATURA DE EJERCICIO Y A 50HZ. REACTANCIA POR FASE A 50HZ.

Sección nominal mm2	R (Ω/km)		X (Ω/km)			
	3 cables unipolares	1 cable bipolar, tripolar o tetrapolar	3 cables unipolares	1 cable bipolar	1 cable tripolar	1 cable tetrapolar
2,5	–	9	–	0.0995	0,0995	0.095
4	5,52	5,64	0,307	0.0997	0,0992	0.0985
6	3,67	3,74	0,299	0.0957	0,0950	0.0940
10	2,19	2,24	0,286	0.0913	0,0906	0.0894
16	1,40	1,42	0,266	0.0882	0,0873	0.0861
25	0,880	0,898	0,248	0.0927	0.0884	0.0859
35	0,635	0,648	0,240	0.0921	0.0873	0.0854
50	0,468	0,478	0,233	0.0925	0.0865	0.0849
70	0.,324	0,331	0,223	0.0928	0.0866	0.0844
95	0,234	0,240	0,214	0.0932	0.0864	0.0830
120	0,185	0,190	0,207	0.0937	0.0852	0.0825
150	0,152	0,155	0,200	0.0974	0.0868	0.0844
185	0,122	0,124	0,194	0.0946	0.0869	0.0842
240	0,0924	0,0957	0,187	0.0940	0.0871	0.0843
300	0,0741	0,0775	0,182	0.0945	0.0864	0.0837
400	0,0585	0,0625	0,176	0.0946	0.0859	0.0834
500	0,0471	–	0,170	–	–	–
630	0,0375	–	0,163	–	–	–
800	0,0304	–	0,152	–	–	–
1000	0,0255	–	0,145	–	–	–

2.6.5INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE EN SERVICIO CONTINUO

Sección nominal mm2	En aire (*)			Directamente enterrados (**)		
	Unipolares A	Bipolares A	Tripolares Tetrapolares A	Unipolares A	Bipolares A	Tripolares Tetrapolares A
2,5	-	27	26	-	40	36
4	49	35	34	60	51	49
6	58	45	44	72	60	63
10	78	58	58	92	85	80
16	115	80	80	122	110	104
25	144	105	104	165	145	130
35	175	123	126	192	175	156
50	215	165	158	230	216	190
70	270	215	191	282	270	226
95	319	265	240	333	325	280
120	367	305	273	381	365	317
150	420	355	316	418	410	360
185	480	405	350	480	470	402
240	560	470	430	542	530	456
300	630	530	485	580	600	522
400	714	633	561	664	700	589
500	800	-	-	730	-	-
630	870	-	-	770	-	-
800	942	-	-	810	-	-
1000	1029	-	-	877	-	-

(*) Válidas para 3 cables unipolares colocados en un mismo plano sobre las bandejas y distanciados entre sí, un diámetro o para 1 cable multipolar, con 40ºC de temperatura ambiente.

(**) Válidas para 3 cables unipolares colocados en un mismo plano horizontal y distanciados entre sí de 7 a 8 cm (espesor de un ladrillo) o para 1 cable multipolar, directamente enterrados a 0,70 m de profundidad, en un terreno con 25ºC de temperatura y 100ºC.cm/W de resistividad térmica.

NOTA: Las intensidades admisibles para los cables unipolares corresponden a los tipos sin armadura (R, RB o RP), funcionando con corriente alterna, con vainas de plomo cortocircuitadas entre sí y conectadas a tierra en ambas extremidades de la línea.

2.6.6INTENSIDADES TÉRMICAMENTE ADMISIBLES EN C.C. POR CABLES TIPO “RS” Y “RS N.M.” (CONDUCTORES DE COBRE)

S

kA

SECCIONES en mm²

630 500 400 300 240 185 150 120 95 70 50 35 25 16 10 6

630 (mm²) 500 400 300 240 185 150 120 95 70 50 35 25 16 10 6 4 2,5

200 (kA) 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0,9 0,8 0,7 0,6 0,5 0,4 0,3 0,2 0,1

INTENSIDADES en kiloamperios

30 20 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1

Tiempo en segundos

Temperatura máxima en servicio permanente 30ºC
Temperatura máxima en CC 160ºC

3.BORNES DE CONEXION Y TERMINALES

La conexión de los conductores a los bornes de los aparatos eléctricos puede efectuarse por medio de bornes de conexión o por medio de terminales.

Los bornes de conexión se emplean para hilos o cables con secciones inferiores a 16 mm^2. La disposición más sencilla, utilizada normalmente para hilos conductores de pequeña sección, es la representada en la figura 3.1, es decir, la fijación del conductor a un borne de conexión en forma de tornillo; debe cuidarse de que la curvatura del ojal del conductor coincida con el sentido de giro del tornillo de conexión, tal como se expresa en la citada figura 3.1: es decir, que la conexión de la figura 3.2 es incorrecta puesto que la curvatura del ojal del conductor tiene sentido opuesto al del giro del tornillo. También es incorrecta la conexión de la figura 3.3, porque el tornillo no ejerce la presión en la misma dirección del eje de giro. Ambas conexiones deben evitarse en la práctica.

En los casos en que el hilo conductor sea de aluminio, el dispositivo representado en la anterior figura 3.1 no debe utilizarse, puesto que dicho metal es blando y podría deformarse, ocasionando falsos contactos; en este caso, deben introducirse arandelas elásticas, con lo que la presión sobre el conductor se mantiene constante (véase la figura 3.4).

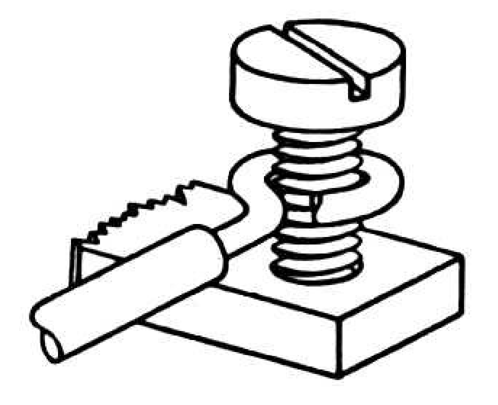


Figura 3-1. Borne de conexión constituido por tornillo de presión: montaje correcto.

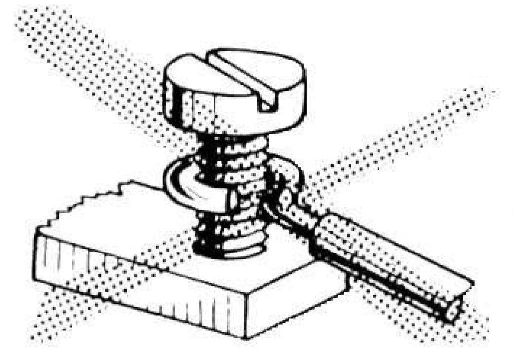


Figura 3-2. Borne de conexión constituido por tornillo de presión: montaje incorrecto.

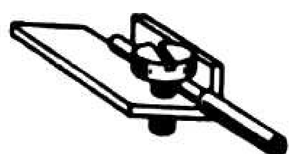


Figura 3-3. Borne de conexión constituido por tornillo de presión: montaje incorrecto.

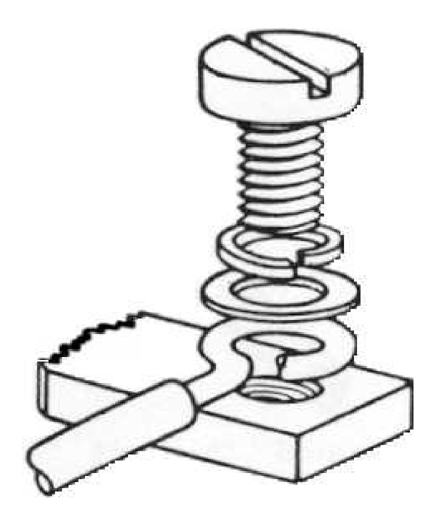


Figura 3-4. Borne de conexión constituido por tornillo de presión y arandela elástica, para conductores de aluminio.

La unión de un conductor eléctrico de pequeña sección al borne de un aparato eléctrico puede efectuarse por medio de un borne de conexión con tornillo de presión y pieza con orificio (Fig. 3-5) o con tornillo de presión y pieza con entalladura (Fig. 3-6). También se emplean los bornes de conexión con brida de dos tornillos (Fig. 3-7) y los bornes de conexión tubulares con dos tornillos de presión (Fig. 3-8).

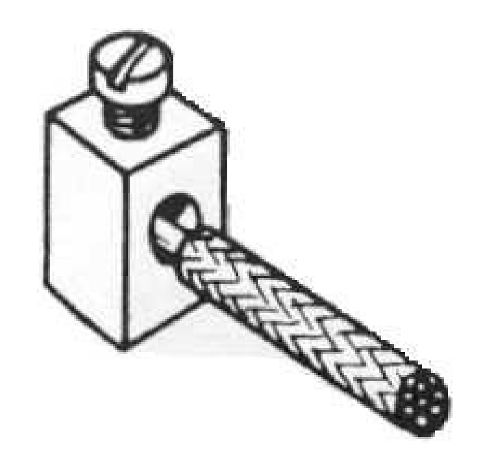


Figura 3-5. Borne de conexión con tornillo de presión y pieza con orificio.

Los hilos y cables hasta 16 mm^2 de sección pueden conectarse sin necesidad de terminales, utilizando bornes de conexión con pieza roscada y tornillo de presión provistos de arandelas especiales con bordes (Fig. 3-9) , de forma que éstos envuelvan los cables para impedir que se abra la anilla de contacto. En estos casos, los conductores han de conectarse de forma que la presión de los tornillos sea en dirección del eje y perpendicular a la cabeza y base roscada (es decir, tal como se expresa en la figura 3-9).; por lo tanto, debe evitarse que la presión se ejerza oblicuamente (como en la figura 3-10) ya que puede romperse el borne de conexión, ocasionando falsos contactos.

Para conductores de secciones superiores a 16 mm^2 no se emplean bornes de conexión, sino que se conectan a los bornes de los aparatos eléctricos por medio de piezas especiales denominadas terminales; y este procedimiento es recomendable utilizarlo con preferencia, aun en los conductores de secciones más pequeñas.

En los terminales, los conductores han de conectarse de forma que la presión de los tornillos u otros órganos de fijación del terminal se ejerza en dirección a su eje, para impedir que puedan romperse a causa de la presión desigual.

Los terminales pueden estar soldados a los conductores o fijados a éstos por medio de tornillos u otras piezas de presión. Es más recomendable la utilización de piezas de conexión por presión de tornillos que por soldadura, siempre que la conductividad resultante sea, por lo menos, igual a la que se obtiene con terminales soldados con estaño. A continuación se describen algunos ejemplos constructivos de terminales.

Para conductores desde secciones de 0,25 mm^2 a 6 mm^2 se emplean pequeños terminales de chapa de latón que se unen a los conductores por engarce, sin soldadura ni piezas de presión; la parte correspondiente a la unión se protege posteriormente con tubo aislante de plástico flexible; estos terminales tienen diversas formas, adaptadas a los órganos de fijación de los bornes de los aparatos eléctricos; en la figura 3-11 se muestran algunos de estos terminales. El engarce de los terminales a los conductores se efectúa por medio de pinzas especiales (Fig. 3-12), con entalladuras correspondientes a los terminales para diferentes secciones de conductor. Para conductores hasta 95 mm^2 se emplean distintos tipos de terminales, algunos de los cuales se describen a continuación:

En la figura 3-13 se representa un terminal muy empleado por su sencillez constructiva y su bajo precio. Es de chapa de cobre o de latón y debe soldarse con estaño.

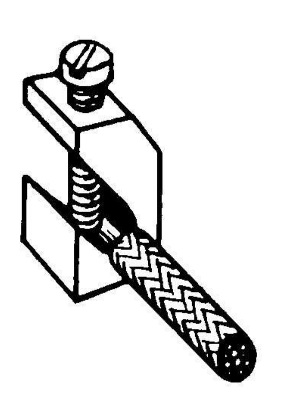


Figura 3-6. Borne de conexión con tornillo de presión y `pieza con entalladura.

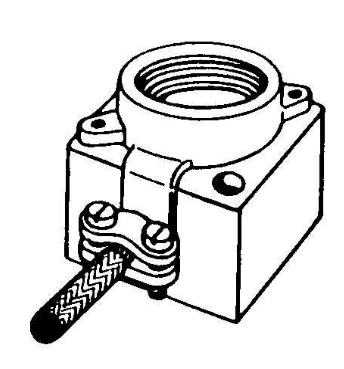


Figura 3-7. Borne de conexión constituido por brida con dos tornillos de presión.

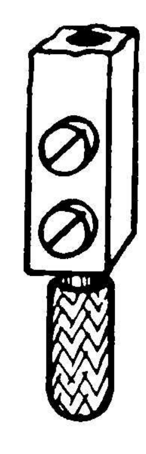


Figura 3-8. Borne de conexión tubular con dos tornillos de presión.

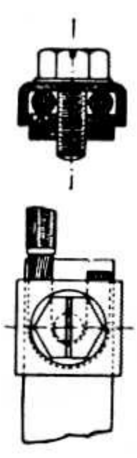


Figura 3-9. Borne de conexión para conductores hasta 16 mm2, con pieza roscada, tornillo de presión y arandela especial con bordes: montaje correcto.

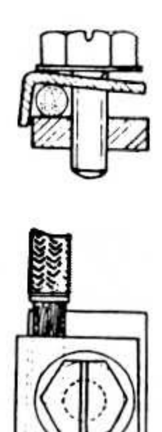


Figura 3-10. Montaje incorrecto del borne de conexión de la figura anterior.

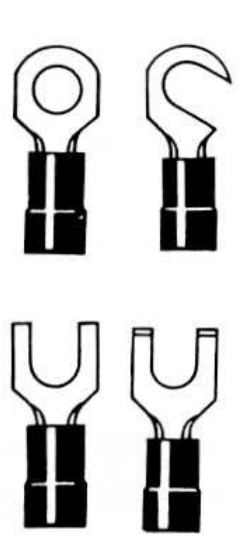


Figura 3-11. Diversos tipos de terminales de chapa de latón Elpress para engarce a conductores de secciones hasta 6 mm2

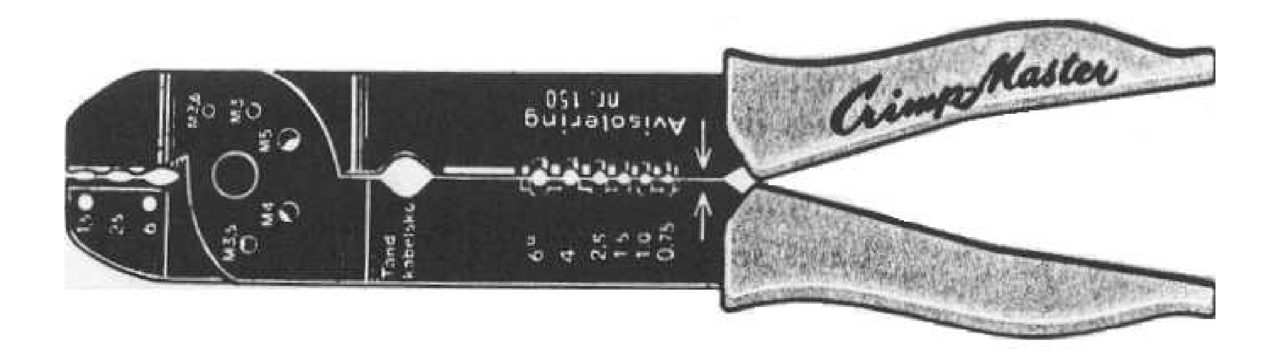


Figura 3-12. Pinza especial para engarzar los terminales de la figura anterior.

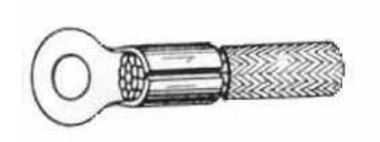


Figura 3-13. Terminal de chapa de latón

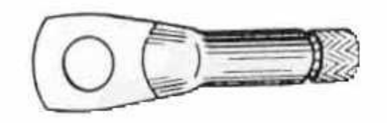


Figura 3-14. Terminal de tubo de latón

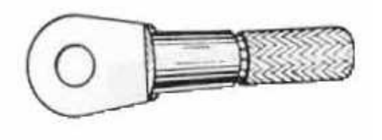


Figura 3-15. Terminal de bronce fundido.

El terminal de la figura 3-14 es de tubo de latón, que se introduce en el extremo del cable, previamente desnudado. Debe soldarse con estaño. En la figura 3-15 se representa un terminal de bronce fundido que, lo mismo que los anteriores, debe soldarse con estaño. En el terminal de la figura 3-16 no se necesita soldadura; el terminal se sujeta al cable por medio de una o dos muescas hechas a presión.

El terminal de la figura 3-17 es un tubo cerrado que se introduce en el cable y, posteriormente se aplasta, taladrando después la parte aplastada; en dicha figura se muestran las diversas fases de formación del terminal que, generalmente es de cobre cadmiado.

El terminal de la figura 3-18 se fija al conductor por medio de varios tornillos de presión.

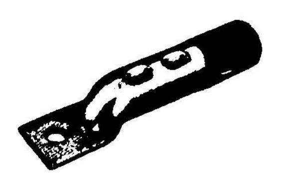


Figura 3-16. Terminal sujeto al conductor por dos muescas hechas a presión

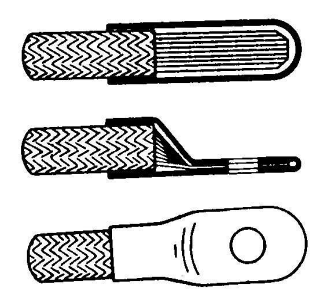


Figura 3-17. Terminal constituido por tubo aplastado con el conductor y taladrado posteriormente.

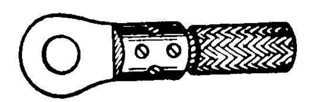


Figura 3-18. Terminal con varios tornillos de presión.

En el terminal de la figura 3-19, la fijación al conductor se efectúa por medio de un tornillo de presión, que se aprieta sobre el cable por medio de una llave especial, la cual se introduce en la hendedura que lleva el tornillo para este efecto.

El terminal de la figura 3-20, muy empleado, consta del cuerpo o base, una brida y un tornillo con tuerca que sujeta la anterior contra el conductor. En la figura 3-21 se representa un terminal de este tipo para tres cables en paralelo que han de conectarse a un borne común, en un aparato eléctrico de gran potencia.



Figura 3-19. Terminal Burndy, con tornillo de presión sujeto al cable con herramienta especial.



Figura 3-20. Terminal Burndy, con brida, tornillo de presión y tuerca.

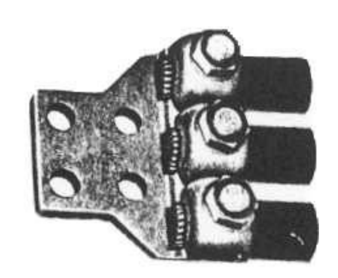


Figura 3-21. Terminal Burndy, para tres conductores en paralelo, con bridas, tornillo de presión y tuercas.

El terminal de la figura 3-22 lleva un tornillo de presión saliente, una brida y una pieza intermedia para repartir uniformemente la presión sobre el conductor.

Para conductores de gran sección se utilizan terminales con doble brida y cuatro tornillos de presión (Fig. 3-23) o terminales con placa y cuatro tornillos de presión, como el representado en la figura 3-24.

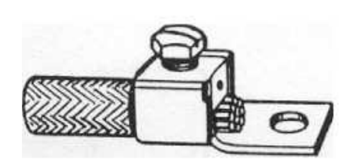


Figura 3-22. Terminal con tornillo de presión saliente, brida y pieza intermedia para reparto uniforme de la presión.

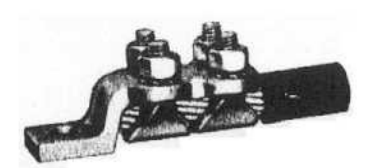


Figura 3-23. Terminal Burndy para conductores de gran sección, con dos bridas y cuatro tornillos de presión.



Figura 3-24. Terminal Burndy para conductores de gran sección, con placa y cuatro tornillos de presión.

3.1 CATÁLOGOS DE FABRICANTES

A continuación se muestran algunos catálogos de terminales y bornes de algunos fabricantes.

Bornas de conexión simple : tabla de selección rápida

En negrita : referencias habitualmente en stock para la distribución.

	Paso (mm)	Sección maxi (mm²) ADO	Sección maxi (mm²) Mordaza	Referencia borna Aislante gris	Referencia borna Aislante azul	Referencia borna de Protección	Referencia Placa de cierre gris
CONEXION MORDAZA / MORDAZA							
MA2,5/5	5	_	2,5	115486.03	125486.05	165488.27	118368.16
M 4/6	6	_	4	115116.07	125116.01	165113.16	118368.16
M 6/8	8	_	6	115118.11	125118.13	165114.17	118368.16
M 10/10	10	_	10	115120.17	125120.11	165115.10	118368.16
M 16/12	12	_	16	115129.14	125129.16	165130.23	118618.01
M35/16	16	_	35	115124.07	125124.01	165111.14	118233.27
M 70/22	22	_	70	115216.13	125216.15	165596.13	113065.15
M95/26	26	_	95	115556.10	125556.12	165556.22	
CONEXION A RESORTE			Resorte				
D 2,5/5.2L	5	_	2,5	290021.27	290023.21	290029.07	291061.24
D 2,5/5.3L	5	_	2,5	290031.21	290033.23	290039.01	291051.22
D 2,5/5.4L	5	_	2,5	290011.25	290013.27	290019.05	291041.20
D 4/6.2L	6	_	4	290061.07	290063.01	290069.17	291061.24
D6/8.2L	8	_	6	290081.24	290083.26	290089.04	291161.25
CONEXION ADO/ADO (Auto-denudante)							
D 1,5/6.ADO	6	1,5	_	199051.26	199053.20	199098.26	199341.05
D 2,5/8.ADO	8	2,5	_	199059.06	199061.20	199091.17	199341.05
CONEXION ADO / MORDAZA (Auto-denudante)							
D 4/6.ADO	6	1,5	1,5/4	199034.15	199036.17	199050.01	199336.20
D 6/8.ADO	8	2,5	2,5/6	199042.25	199044.27	199118.26	199336.20

1	Perfil, DIN 1	PR1	13	Barreta de interconexión premontada	BJM
2	Perfil, DIN 3	PR3	14	Brida de conexión	EL
3	Perfil, DIN 3	PR4	15	Barreta de interconexión simple	BJS
4	Perfil, DIN 3	PR5	16	Barreta de interconexión alterna	BJA
5	Tope de retención	BA	17	Peine	PC
6	Placa de cierre	FE	18	Terminal aislante	EIP
7	Separador de circuito	SCM	19	Borna Auto-denudante	AD
8	Placa separadora (borna)	SCF	20	Continuidad de blindaje	CR
9	Placa separadora (perfil)	SCF	21	Etiqueta de protección	EP
10	Alveolo	AL	22	Tornillo para etiqueta de protección	VSP
11	Dispositivo de control	DC	23	Porta etiqueta para tope	PEB
12	Ficha de control	FC	R	Etiquetado	

Los accesorios

PR

Perfiles soporte

Las bornas de conexión se montan en los perfiles de que siguen por encajamiento. Se pueden desplazar en el perfil para ser reposicionadas.

Perfil	32 x 15	PR1 Z2	163 050.04	Acero zincado bicromatado	L=2m
Perfil	15 x 5 x 1	PR2	164 600.12	Acero zincado bicromatado	L=2m
Perfil	35 x 7,5 x 1	PR3	174 300.17	Acero zincado bicromatado	L=2m
Perfil	35 x 15 x 2,3	PR4	168 500.12	Acero zincado bicromatado	L=2m
Perfil	35 x 15 x 1,5	PR5	168 700.22	Acero zincado bicromatado	L=2m

BA

Topes de retención

Los topes de retención se montan en los extremos del regletero y permiten una sujección suplementaria de las bornas, así como un etiquetado del regletero.

Tope de retención esp. 9,1 mm
BAM 103 002.26

Tope de retención esp. 12 mm
BAEH 116 934.04

Tope de retención esp. 12 mm
BADH 116 900.27

Sin tornillo.
Atención : para su posicionamiento, no desplazarlo por el perfil. Simplemente levantarlo y volverlo a colocar

Tope de retención esp. 9 mm
BADL 199 408.02

Montaje a 30°

Montaje vertical

Tope de retención reversible
esp. 10 mm
BAR 164 519.24

Tope de retención esp. 10 mm
BA2 164 716.21

PEB

Portaetiquetas para tope

Se fija en la parte superior de los topes multi-perfiles : BAM, BAEH, BADH después del montaje de este en el perfil.

Portaetiquetas con etiqueta blanca para inscripciones manuales y protector transparente.

PEBM 113 084.01

Portaetiquetas con etiqueta en Gravoply 35 x 17 mm para grabado en blanco sobre fondo negro.

PEBM1 113 079.23

SC

Separadores de circuito y placas separadoras

Estos accesorios tienen la función :
- de separar físicamente dos circuitos.
- aumentar los aislamientos entre dos bornas de conexión.
- permitir le montaje de capots de protección.

SCF

Placa separadora

Se monta por encajamiento en las bornas de conexión antes del montaje de las mismas en el perfil.
Hace de igual forma de placa de cierre.
Recibe el capot CPM.

SCF ver Ref. en páginas de bornas

SCFM

Separador de circuito

Se monta por encajamiento en el perfil.
Recibe el capot CPM.

SCFM6 114 825.05

SCFCV

Separador de circuito

Se monta por encajamiento en el perfil.
Permite la sujección del CPV.
El capot se sujeta por tuerca moleteada y puede ser sellada.

Para bornas :
MA 2,5/5 - M 4/6 - M 6/8 - M 10/10
M 16/12 - M 35/16 - R 35/16

SCFCV1-2	gris	116 795.11
SCFCV1-2 V0	marfil	196 795.12

Para bornas :
M 6/8.STA - M 4/8.SF

SCFCV3	gris	116 796.12
SCFCV3 V0	marfil	196 796.13

Para bornas :
M 70/22 - MU 25/30.SF - MB 10/24.SF
MB 10/12.SF - MU 10/13... - M 10/13.T.SF

SCFCV4	gris	116 797.13
SCFCV4 V0	marfil	196 797.14

Para bornas :
M 6/8.ST

SCFCV5	gris	116 798.24
SCFCV5 V0	marfil	196 798.25

CP

Capots de protección

Estos accesorios tienen por función :
- proteger al usuario contra toda intervención intempestiva en las conexiones.

CPM

Se monta sobre los separadores SCF y SCFM, por encajamiento.
Permite igualmente el etiquetado de los regleteros con la ayuda de una banda RTC (virgen) que se desplaza en el capot.
Capot de ancho : 32 mm, longitud : 500 mm.

Montaje con SCFM *Montaje con SCF*

CPM 187 312.14

CPV

Se monta sobre los separadores SCFCV y aseguran una protección importante de los regleteros. Se sujetan por tuercas moleteadas que pueden ser selladas.
Permite igualmente el etiquetado de regleteros con la ayuda de una banda RTC (virgen). en longitud de 1 m.

Para separador : SCFCV1-2

		ancho	alto		
CPV1-2	176 816.12	73	72	74	66,5

Para separador : SCFCV3

		ancho	alto		
CPV3	176 817.13	85	74	76	68,5

Para separador : SCFCV4

		ancho	alto		
CPV4	176 791.21	104	96	96	90,5

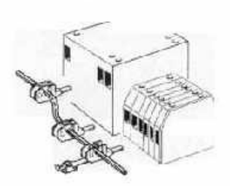
Para separador : SCFCV5

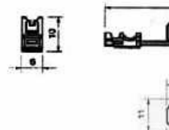
		ancho	alto		
CPV5	176 791.21	104	77,5	79,5	72

Ideas de cableado

AD2,5

Borne autodenudante

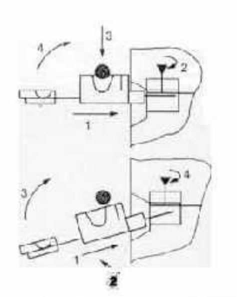




Este accesorio permite interconexionar equipotencialmente diversos puntos dentro de un equipo eléctrico siempre que se encuentren a una distancia igual o superior a 6 mm.
Este borne permite el cambio de nivel entre dos conexiones.

Soporte aislante y barreta de bronce estañada de 3 x 0,8 mm de sección

AD2,5	**114 205.20**



1 - Introducir el elemento AD2,5 en el punto a conectar.
2 - Apretar el tornillo.
3 - Poner el cable de shuntaje en el lugar adecuado sobre el elemento AD2,5.
4 - Cerrar manualmente oprimiendo el capot hasta que quede firmemente cerrado.

Para añadir una interconexión en una instalación :
1 - Poner el elemento AD2,5 en su lugar en la mordaza.
2 - Poner el borne en contacto con el conductor.
3 - Cerrar el capot.
4 - Apretar la mordaza.

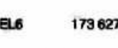
EL

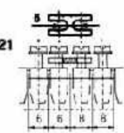
Brida de conexión

Este accesorio permite unir eléctricamente dos interconexiones premontadas de paso 6 mm o paso 8 mm con otra de paso 6 mm entre ellas.

EL61, borna de 3 pisos únicamente.

EL6	**173 627.21**



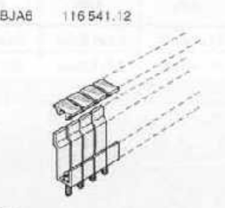


BJ

Barreta de interconexión para puenteado alterno con protección IP 20

Este accesorio permite unir eléctricamente bornas contiguas o no a condición de quitar manualmente (por pliegues sucesivos) los elementos que no vayan a ser conectados. La utilización de dos barretas permite obtener un puenteado alterno.
En cada elemento hay montado un tornillo imperdible ;
Esta barreta se suministra con un protector aislante encajable en la parte superior de la borna para asegurar la protección al tacto.

BJA6	116 541.12



Nota :
En cada extremidad del puenteado, resulta necesario detener el deslizamiento del aislante. Para ello, utilizar una borna cerrada y un separador de circuito SC.

BJ

Barreta de interconexión seccionable con protección IP20

Modelo fraccionable, compuesto de tornillo imperdibles en chapa. Este accesorio permite unir eléctricamente dos bornas contiguas únicamente.



Intensidad admisible		
BJMI5	para bornas de tipo MA 2,5/5	
24 A	2 polos	176 278.16
24 A	3 polos	176 279.17
24 A	4 polos	176 280.05
24 A	5 polos	176 281.22
24 A	10 polos	176 282.23
BJMI6	para bornas de tipo M 4/6	
32 A	2 polos	176 663.00
32 A	3 polos	176 664.01
32 A	4 polos	176 665.02
32 A	5 polos	176 666.03
32 A	10 polos	176 667.04
BJMI8	para bornas de tipo M 6/8	
41 A	2 polos	176 669.16
41 A	3 polos	176 670.13
41 A	4 polos	176 671.00
41 A	5 polos	176 672.01
41 A	10 polos	176 673.02

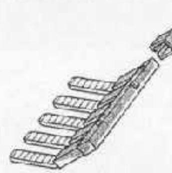
EIP

Terminal aislante de peine

PC

Peine de interconexión

Este accesorio se utiliza únicamente en las bornas que tienen al menos una conexión mordaza. Permiten unir eléctricamente de 2 a 10 bornas juntas.



Se montan en las bornas	Tipo	Referencia	Nro.	Tipo	Referencia
MA 2,5/5...	EIP	**113 550.24**	2	PC5	113 542.10
			10	PC5	**113 544.12**
M 4/6 - MS 4/6 - M 4/6.H M 1,5/6.HH - M 4/6.M2 M 4/6.G	EIP	**113 550.24**	2	PC6	113 546.14
			3	PC6	116 536.05
			4	PC6	116 537.06
			10	PC6	**113 548.26**
M 4/6.D - M4/6.S...			10	PC61	**163 311.22**
M 6/8 - M 6/8.S...			2	PC8	116 538.17
			3	PC8	116 539.10
			4	PC8	116 540.25
			10	PC8	**163 313.24**
M 4/8.S...			10	PC81	173 523.11
M 10/10			10	PC10	163 315.26
MB 10/22.S..			10	PC22	174 151.25
M 10/16.SF	EIP	113 550.24	2	PC16	116 729.26
			3	PC16	116 733.12
			4	PC16	116 734.13
			10	PC16	116 735.14
PC9 Para bornas de electrónica en paso 9 mm Series 7.000 y 8.000			10	PC9	210 160.12

En negrita : referencias habitualmente en stock para la distribución.

Servicios asociados

El MAO :

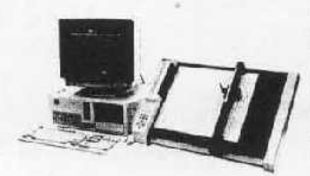
(marcado asistido por ordenador).

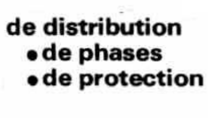
ENTRELEC propone una ganancia de productividad en el etiquetado con el sistema MAO.



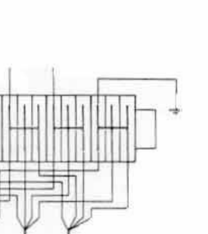
La banco de datos :

Además para las empresas equipadas de CAO electrónico, **ENTRELEC** distribuye un banco de datos con las principales bornas de conexión y relés.





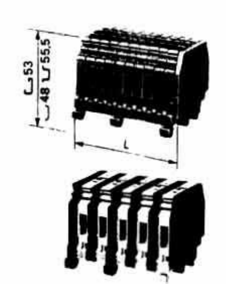
de distribution
- **de phases**
- **de protection**



La barrette de liaison monobloc assure une continuité parfaite entre l'alimentation et les dérivations. Chaque bloc comprend 2 bornes à raccordement vissé.

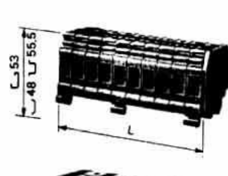
MB 4/6.L... MB 4/6.P...

Pas 6 mm (.238")



MB 6/8.L... MB 6/8.P...

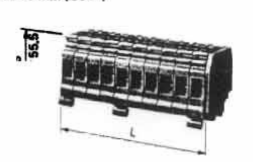
Pas 8 mm (.315")



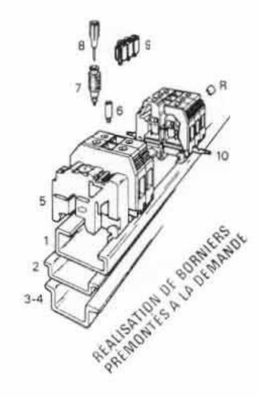


MB 10/10.L... MB 10/10.P...

Pas 10 mm (.394")







Nbre blocs	L mm	Isolants gris pour phases	
2	14,5	MB 4/6.L2	115 406.13
3	20,5	MB 4/6.L3	115 407.14
4	26,5	MB 4/6.L4	115 408.25
5	32,5	MB 4/6.L5	115 409.26
6	38,5	MB 4/6.L6	115 410.12
8	50,5	MB 4/6.L8	115 411.07
10	62,5	MB 4/6.L10	115 412.00
Nbre blocs	**L mm**	**Isolants verts et jaunes pour protection**	
2	14,5	MB 4/6.P2	165 420.26
3	20,5	MB 4/6.P3	165 421.13
4	26,5	MB 4/6.P4	165 422.14
5	32,5	MB 4/6.P5	165 423.15
6	38,5	MB 4/6.P6	165 424.16
8	50,5	MB 4/6.P8	165 425.17
10	62,5	MB 4/6.P10	165 426.10

Nbre blocs	L mm	Isolants gris pour phases	
2	18,5	MB 6/8.L2	115 413.01
3	26,5	MB 6/8.L3	115 414.02
4	34,5	MB 6/8.L4	115 415.03
5	42,5	MB 6/8.L5	115 416.04
6	50,5	MB 6/8.L6	115 417.05
8	66,5	MB 6/8.L8	115 418.16
10	82,5	MB 6/8.L10	115 419.17
Nbre blocs	**L mm**	**Isolants verts et jaunes pour protection**	
2	18,5	MB 6/8.P2	165 427.11
3	26,5	MB 6/8.P3	165 428.22
4	34,5	MB 6/8.P4	165 429.23
5	42,5	MB 6/8.P5	165 430.20
6	50,5	MB 6/8.P6	165 431.15
8	66,5	MB 6/8.P8	165 432.16
10	82,5	MB 6/8.P10	165 433.17

Nbre blocs	L mm	Isolants gris pour phases	
2	22,5	MB 10/10.L2	115 328.23
3	32,5	MB 10/10.L3	115 329.24
4	42,5	MB 10/10.L4	115 330.21
5	52,5	MB 10/10.L5	115 331.16
6	62,5	MB 10/10.L6	115 332.17
8	82,5	MB 10/10.L8	115 333.10
10	102,5	MB 10/10.L10	115 334.11
Nbre blocs	**L mm**	**Isolants verts et jaunes pour protection**	
2	22,5	MB 10/10.P2	165 343.04
3	32,5	MB 10/10.P3	165 344.05
4	42,5	MB 10/10.P4	165 345.06
5	52,5	MB 10/10.P5	165 346.07
6	62,5	MB 10/10.P6	165 347.00
8	82,5	MB 10/10.P8	165 348.11
10	102,5	MB 10/10.P10	165 349.12

	MB 4/6			MB 6/8			MB 10/10	
Rigide	0-4 mm²	22-12 AWG	0-4 mm²	0-10 mm²	20-8 AWG	0-10 mm²	0-16 mm²	18-6 AWG	0-16 mm²
Souple	0-4 mm²		0-4 mm²	0-6 mm²		0-6 mm²	0-10 mm²		0-10 mm²
		600	500 Cat.C	750 Gr.C		500 Cat.C	750 Gr.C	600	500 Cat.C
			500 Cat.C	900 Gr.C		500 Cat.C	900 Gr.C		500 Cat.C
						51	63	(2)	71
						6 mm²	10 mm²		

9,5 mm .37"	4 mm	0,4-0,6 Nm 3.5-5.3 lb.in	IP 20 NEMA 1	12 mm .47"	4-5 mm	0,8-1 Nm 7.1-8.9 lb.in	IP 20 NEMA 1	.47"
								IP 20 NEMA 1

2 Profilé 35x7,5x1
3 Profilé 35x15x2,3
4 Profilé 35x15x1,5
5 Butée d'arrêt (tous profilés)
6 Alvéole

7 Dispositif de contrôle
8 Fiche de contrôle
9 Barrette de jonction prémontée
10 Continuité de blindage
R Voir chapitre repérage Mode
Autres accessoires

4.RELÉS

Con los nombres de relevadores, relays o directamente relés se conocen en las aplicaciones electrónicas a unos electroimanes destinados a cerrar o abrir circuitos eléctricos en una serie de combinaciones interminables. Como todo electroimán, tienen su armadura, su núcleo y su bobinado, como partes principales, dispuestos de la manera que muestra la figura 4-1, o algo similar.

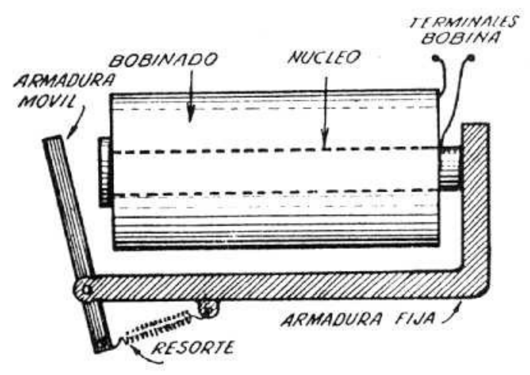


Figura 4-1. Partes principales de un relé.

La armadura móvil es generalmente frontal con respecto al núcleo central, y se trata de una placa con gozne o bisagra, para que pueda tener un movimiento de giro acercándose al núcleo cuando la bobina está alimentada por corriente y alejándose del mismo con ayuda de un resorte cuando esa corriente se interrumpe. Quiere decir que como electroimán, el aparato trabaja en la forma conocida: si cerramos una llave y hacemos pasar corriente por la bobina, la armadura móvil es atraída y se pega contra el extremo frontal del núcleo; si abrimos esa llave, la armadura se abre por acción del resorte. La corriente puede ser continua o alterna, según la haya previsto el fabricante, y se especifica siempre la tensión de alimentación.

En estos aparatos no interesa la fuerza portante, pues basta que ella alcance para vencer la tracción del resorte y presionar sobre las láminas elásticas que constituyen la segunda parte del relevador. Estas láminas constituyen la razón de ser del dispositivo y pueden tener desde dos, como mínimo, hasta cualquier cantidad.

La figura 4-2 nos muestra los dos tipos más simples, que son el de cierre de un circuito y el de apertura de un circuito. Entre las dos láminas hay un trozo de material aislante, como la fibra u otro, que permite sujetarlas por el extremo donde están los terminales de conexión. El otro extremo de las láminas se curvan y los contactos ocurren o dejan de estar cerrados, como en A y B de la figura 4-2.

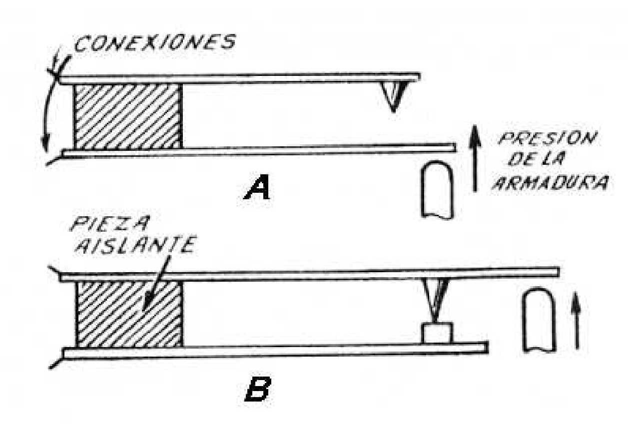


Figura 4-2. Contactor de cierre (A) y de apertura (B).

También se puede, mediante un juego de tres láminas, abrir un circuito y cerrar otro, en ese orden o en el orden inverso, según lo muestra la figura 4-3. Obsérvese que según la disposición de los contactos de las tres láminas, al producirse la presión de la armadura, una cosa ocurre antes que la otra y ese orden debe ser elegido al especificar las características del relevador deseado.

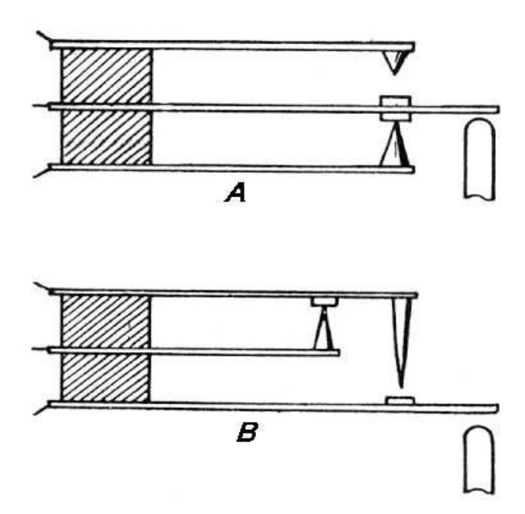


Figura 4-3. Contactor de apertura y cierre (A) y de cierre y apertura (B).

Tenemos entonces, que los relevadores no son otra cosa que llaves de apertura y cierre de circuitos eléctricos, pero que son accionadas mediante un electroimán, cosa que permite que el botón de cierre del circuito de la bobina está lejos, en otro lugar, bastando que los cables vayan desde ese botón hasta la bobina.

También tenemos la ventaja de poder cerrar o abrir muchos circuitos al mismo tiempo y otra (no despreciable), que con un circuito de corriente débil (el de la bobina) podemos accionar circuitos de fuerte corriente, pues los contactos pueden fabricarse con esa característica.

La figura 4-4 nos muestra un modelo de relé múltiple, capaz de abrir y cerrar varios circuitos, comandado desde el lugar en donde se encuentre el botón o la llave que cierra el circuito de la bobina.

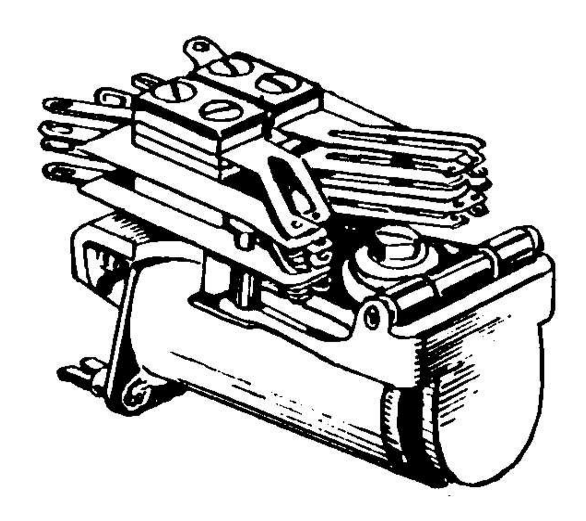


Figura 4-4. Vista de un relé de láminas múltiples.

La industria provee una gran variedad de relevadores, y las especificaciones contienen como dato fundamental la tensión y clase de corriente en la alimentación y la cantidad de contactos de cierre y de apertura que hacen falta, con indicación de la corriente máxima que deben maniobrar, a los efectos de determinar las dimensiones y material constitutivo de los mismos.

5.CONTACTORES

5.1DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CONTACTORES

El contactor puede definirse como un aparato de corte, con mando a distancia, que vuelve a la posición de reposo cuando deja de actuar la fuerza que lo mantenía conectado; puede ser:

a) Contactor propiamente dicho, cuando la posición de reposo corresponde a la apertura de sus contactos.
b) Ruptor, cuando la posición de reposo corresponde al cierre de sus contactos.

En ambos casos, el aparato debe preverse para maniobras frecuentes bajo carga y sobrecarga normales. En lo que sigue, mientras no se diga expresamente lo contrario, nos referiremos siempre al contactor, propiamente dicho, cuyo empleo en la industria está mucho más extendido que el del Ruptor, definido anteriormente.

A continuación, se definen algunos conceptos relacionados con el contactor ya los que habremos de recurrir en nuestra explicación:

- Polo de un aparato. Conjunto de los elementos de un aparato que corresponden a un conductor de línea o de fase.
- Contacto auxiliar. Contacto inserto en un circuito auxiliar del aparato.
- Contacto de reposo. Contacto auxiliar de un aparato que sólo tiene una posición de reposo. Este contacto permanece cerrado, cuando el aparato está en su posición de reposo. También se llama contacto de apertura. Contacto auxiliar de un aparato que sólo tiene una posición de reposo. Este contacto permanece abierto, cuando el aparato está en su posición de reposo. También se llama contacto de cierre.

- **Contacto de acción temporizada.** Aparato en el que la acción sucede cierto tiempo después del instante en que se realizan las condiciones predeterminadas para su funcionamiento. Se denomina también contacto de acción diferida y contacto de acción retardada.
- **Poder de ruptura.** Designa la mayor intensidad de corriente que un aparato es capaz de cortar en unas condiciones de empleo dadas sin deteriorarse. Para corriente monofásica se expresa por el valor eficaz de la componente simétrica de la corriente y para corriente trifásica, por la media aritmética de los valores eficaces de las componentes simétricas de las corrientes en las diferentes fases.
- **Poder de conexión.** Designa la mayor intensidad que un aparato es capaz de cerrar, en unas condiciones de empleo dadas, sin deteriorarse. Para corriente monofásica se expresa por el valor eficaz de la componente simétrica de la corriente y para corriente trifásica, por la media aritmética de los valores eficaces de las componentes simétricas de las corrientes en las diferentes fases.
- **Tensión de restablecimiento.** Valor de la tensión que aparece en los bornes del aparato de corte, después de la desconexión del circuito. Se expresa en valor eficaz. Para un contactor, la tensión de restablecimiento es la diferencia existente entre la tensión nominal y la tensión que puede subsistir entre los polos del contactor, inmediatamente despues de la extinción del arco.

Los contactores se pueden clasificar según distintos criterios:

a) por el tipo de accionamiento:

1. Contactores electromagnéticos si el accionamiento se debe a la fuerza de atracción de un electroimán.
2. Contactores electromecánicos si el accionamiento se realiza por medios mecánicos (resortes, balancines, etc.).
3. Contactores neumáticos, cuando son accionados por la presión de un gas (nitrógeno, aire, etc.).
4. Contactores hidráulicos, cuando la fuerza de accionamiento procede de un líquido, que puede ser agua, aceite, etc.

b) por la disposición de sus contactos:

1. Contactores al aire, en los que la ruptura se produce en el seno del aire.
2. Contactores al aceite, en los que la ruptura tiene lugar en el seno de un baño de aceite. Los contactores al aceite permiten mayores intensidades, a igualdad de tamaño de los contactos, que los contactores al aire, debido al efecto refrigerante del aceite. Además, tantos los contactos como el arco quedan a resguardo del ambiente exterior. Pero en estos contactores, los contactos se desgastan rápidamente, debe renovarse periódicamente el aceite, necesitan mayor mantenimiento, etc; todos estos inconvenientes hacen que, actualmente, el empleo de estos contactores esté limitado a casos muy especiales, utilizándose universalmente los contacto res al aire, anteriormente definidos.

c) por la clase de corriente:

1. Contactores de corriente continua.
2. Contactores de corriente alterna.

d) por los límites de tensión:

1. Contactores de baja tensión (hasta 1000V).
2. Contactores de alta tensión (a partir de 1000V).

A continuación, vamos a exponer algunas consideraciones, referentes a los diversos tipos de accionamiento de los contactores.

Tanto los contactores neumáticos como los hidráulicos constan, esencialmente, de émbolos que comprimen un resorte que, al dispararse, acciona los contactos instantáneamente. La desconexión se efectúa por accionamiento sobre un trinquete de bloqueo, de los muelles antagonistas. En ambos tipos de contactores deben preverse fuentes auxiliares neumáticas o, hidráulicas, respectivamente, que resultan prohibitivas económicamente, en instalaciones con limitado número de contactores; además los accesorios necesarios (depósitos de aire comprimido o de líquido, tuberías, etc.) hacen estos aparatos complicados y voluminosos. Por estas razones, los

contactores neumáticos e hidráulicos apenas se emplean actualmente y no se estudiarán en la presente lección.

En lo que se refiere a los contactores electromecánicos, éstos disponen de un servomotor que carga un resorte que es el que definitivamente cierra los contactos. El desenganche de los contactos se realiza de forma parecida.

El accionamiento por servomotor no presenta tantos inconvenientes como el accionamiento por medios neumáticos o hidráulicos. La fuente auxiliar de energía es eléctrica y está a disposición de cualquier industria. Pero el volumen sigue siendo excesivo para las actuales tendencias de reducir el espacio al mínimo posible y mecánicamente, aún es demasiado complicado para resultar económico. Este sistema es el accionamiento preferido para los interruptores automáticos de gran potencia con mando a distancia pero, en el caso de contactores, solamente se emplean en instalaciones de gran potencia.

El contactor electromagnético es el más utilizado en las variantes de pequeña, mediana y gran potencia. La sencillez de construcción, unida a su robustez, su reducido volumen y el mantenimiento, prácticamente nulo, que necesita, lo hacen insustituible. La fuente de energía es la corriente eléctrica y su consumo es muy reducido; presenta el inconveniente de tener que estar conectado permanentemente, mientras el aparato está en situación de trabajo.

En la figura 5-1 se muestra esquemáticamente la estructura de un contactor electromagnético. Al ser excitada la bobina 4, el núcleo 2 atrae la armadura 3, que actúa sobre el puente portacontactos 5. Al desexcitarse la bobina 4, los resortes antagonistas 6 vuelven todo a su posición inicial.

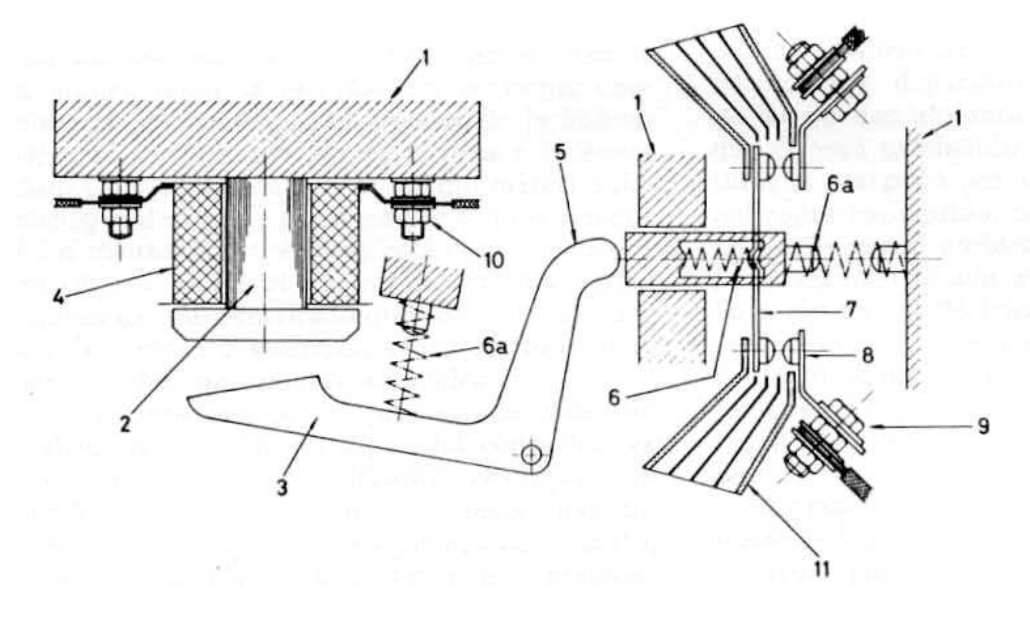


Fig. 5-1. Representación esquemática de un contactor electromagnético: 1. Soporte, 2. Núcleo magnético, 3. Armadura, 4. Bobina, 5. Pieza de conexión, 6. Muelles de presión, 6a. Muelles antagonistas, 7. Contactos principales móviles, 8. Contactos principales fijos, 9. Bornes principales, 10. Bornes de alimentación de la bobina, 11. Cámaras apagachispas.

En todo contactor electromagnético, cabe distinguir los siguientes elementos constructivos (Fig. 5-1):

1. Circuito magnético.
2. Contactos
3. Resortes
4. Cámaras de extinción
5. Soporte

A su vez, el circuito magnético está constituido por tres elementos principales:

a) núcleo
b) armadura o martillo
c) bobina

El núcleo es una pieza (2 de la figura 5-1) que, es de chapa magnética si la alimentación se realiza con corriente alterna, o de hierro dulce si la alimentación se efectúa con corriente continua; se encuentra en el interior de la bobina (4) y, al ser excitado por ésta, atrae a la armadura (3), construida con el mismo material del núcleo y destinada a transmitir el movimiento a los contactos. La bobina está constituida por un carrete, sobre el que se desarrollan varias espiras de hilo esmaltado que, al ser recorridas por la corriente eléctrica, crean el flujo magnético capaz de imantar al núcleo.

Los contactos son las piezas encargadas de realizar la función principal del contactor, es decir, abrir y cerrar circuitos eléctricos; se puede decir que constituyen la parte más importante del contactor. En un mismo aparato, se pueden distinguir dos clases de contactos:

a) **contactos principales**, destinados a abrir y cerrar los circuitos principales o de potencia.
b) **contactos auxiliares**, empleados para lograr diversas combinaciones entre aparatos y cuya función es secundaria respecto a los anteriores; los contactos auxiliares se distinguen fácilmente por su situación y menor tamaño, ya que están destinados a abrir y cerrar circuitos de mando, señalización, etc. es decir, circuitos auxiliares. Como se ha dicho al principio de este párrafo, los contactos auxiliares pueden ser de reposo o normalmente cerrados que permanecen abiertos cuando los contactos principales están cerrados, y de trabajo o normalmente abiertos, que permanecen cerrados cuando los contactos principales están también cerrados.

Tanto los contactos principales como los auxiliares pueden ser contactos fijos (8) si están solidarios al soporte y contactos móviles (7), que son arrastrados por la armadura en su movimiento.

Los resortes están destinados a regular las presiones de los contactos móviles sobre los contactos fijos, así como a conseguir la apertura brusca del contactor cuando se desexcita la bobina. A los primeros (6) se les llama muelles de presión ya los segundos (6a), muelles antagonistas.

Las cámaras de extinción o cámaras apagachispas son departamentos especiales en los cuales quedan alojados los contactos, de forma
que el arco producido por la corriente de ruptura, es alargado por la cámara, dividido y finalmente extinguido, antes de que tenga tiempo de ionizar el ambiente, de tal forma que se produzca un cebado entre fases, debido a su baja rigidez dieléctrica.

Finalmente, se denomina soporte al conjunto de dispositivos mecánicos que permiten fijar entre sí a las diferentes piezas que constituyen el contactor ya éste a su lugar de trabajo.

A pesar de su simplicidad constructiva, para obtener buenos resultados con un contactor electromagnético, cada uno de sus componentes ha de haber sido proyectado para satisfacer determinadas exigencias, que se estudiarán en momento oportuno.

5.2DISPOSICIONES PRÁCTICAS DE CONTACTORES ELECTROMAGNETICOS

Por ser, con mucho, el de mayor empleo, en esta lección, se estudiará exclusivamente el contactor electromagnético al que, desde ahora, llamaremos simplemente, contactor.

En la figura 5-2 se muestran varias realizaciones prácticas de contactores. Puede apreciarse que se distinguen dos disposiciones constructivas principales:

a) Una disposición en la que los contactos principales, auxiliares y bobinas están montadas sucesivamente en un eje convenientemente aislado denominada contactor en barra (1 y 2 de la figura 5-2).
b) Y la otra en la que los elementos estructurales del contactor constituyen un bloque compacto y por esta razón, denominada contactor en bloque (3, 4 y 5 de la figura 5-2).

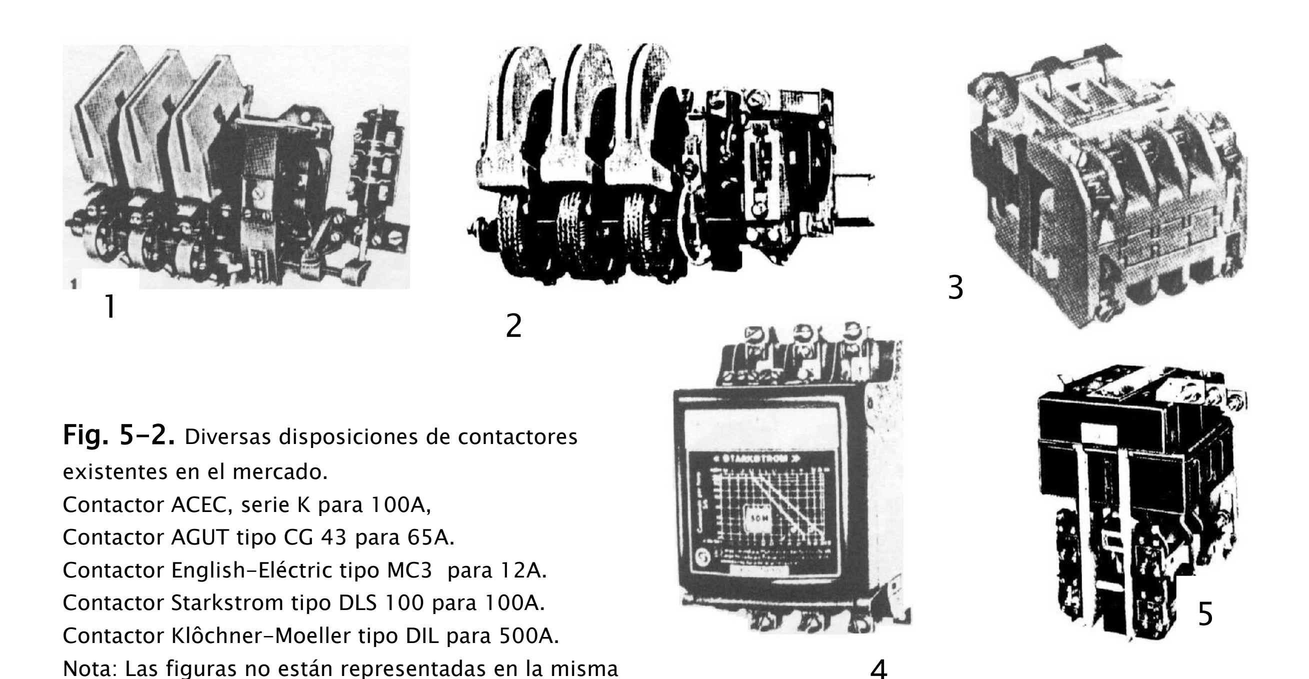


Fig. 5-2. Diversas disposiciones de contactores existentes en el mercado.
Contactor ACEC, serie K para 100A,
Contactor AGUT tipo CG 43 para 65A.
Contactor English-Eléctric tipo MC3 para 12A.
Contactor Starkstrom tipo DLS 100 para 100A.
Contactor Klôchner-Moeller tipo DIL para 500A.
Nota: Las figuras no están representadas en la misma escala

Los diversos fabricantes prefieren una u otra de estas soluciones aunque la tendencia es recurrir a la solución a) para contactores de mediana y gran potencia, y a la solución b) para contactores de pequeña y mediana potencia. Veamos algunos ejemplos prácticos de ambos tipos de contactores.

En la figura 5-3 se representa el contactor de la firma belga ACEC, con indicación de sus partes componentes. Nótese la forma y disposición de las cámaras apagachispas basculantes y amovibles, lo que permite una fácil vigilancia del estado de los contactos principales, así como las trenzas conductoras elásticas para el conexionado del aparato.

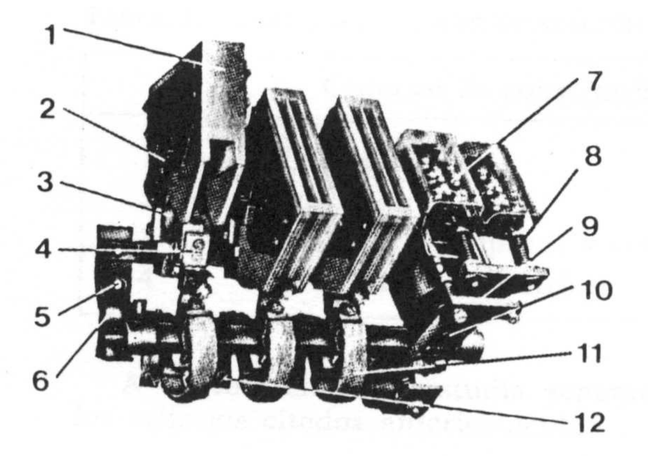


Fig. 5-3. Estructura del contactor ACEC tipo K2C. 1.Cámara apagachispas basculante y amovible, 2.Armadura de soplado de plancha, 3.Bobina de soplado magnético, 4.Contactos fijos y móvil con plaquitas de contacto de plata, 5.Agujeros para fijación del contactor, 6.Soporte de hierro fundido, 7.Interruptores auxiliares, 8.Dedos elásticos y regulables para mando de los interruptores auxiliares, 9 y 10.Armadura móvil, 11.Conexiones flexibles en láminas, recubiertas de una funda completa, 12.Bornes principales de conexiones.

En la figura 5-4 se muestra el despiece de un contactor AGUT está constituido como un bloque fácilmente desmontable. Los elementos constituyentes del contactor se montan en forma compacta, por lo que el volumen es mínimo. El pie de la figura indica algunos detalles interesantes de este contactor.

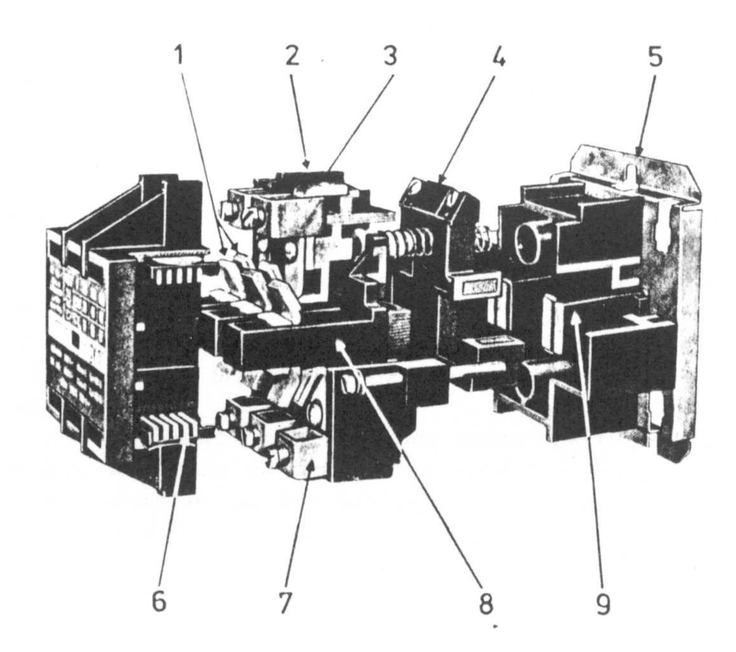


Fig. 5-4. Estructura del contactor AGUT tipo CK: 1.Contactos fijos y móviles de diseño especial, con plaquitas de contacto de plata-óxido de cadmio, soldadas, 2.soporte de contactos fijos moldeado con material aislante, altamente resistente a las líneas de fuga, 3.Bobina completamente encapsulado para su completa protección mecánica y atmosférica, 4.Bornes para embornar pletinas y terminales, 5.Soporte de base metálico con alejamiento en cada esquina para bloque de dos contactos auxiliares, 6.Extintores de arco De-ión, alojados en tapa frontal moldeada con material aislante altamente resistente al arco, 7.Bornes tipos mordaza, de gran capacidad y fácilmente accesibles, 8.Soporte portacontactos móviles y portamertillo moldeado con material aislante altamente resistente al arco, 9.Circuito magnético en forma de U y con entrehierro fijo.

5.3NORMAS PARA LA UTLLIZACION DE CONTACTORES

Los fabricantes de contactores facilitan catálogos de datos técnicos, constructivos, etc., en los que figuran los límites de aplicación de cada uno de los tipos de contactores por ellos fabricados. Tanto los datos técnicos expuestos como los límites de empleo, se ajustan a Normas universalmente válidas, ya que el contactor es un dispositivo eléctrico de un empleo general en todos los países. La determinación del contactor más adecuado para una específica aplicación es, por consiguiente, de gran interés para los electricistas profesionales ya este tema vamos a dedicar el presente y los próximos párrafos

La Comisión Electrotécnica Internacional (C. E. I.) publicó en 1964 una Norma para contactores, a la que se han adherido los diferentes países, singularmente Alemania (Normas V DE), Inglaterra (Normas BBS) y Francia (Normas UTE) aunque ésta con alguna reserva. En España, todavía no se ha publicado una Norma concreta, por lo que los fabricantes españoles de contactores se ajustan, para su construcción y límites de aplicación, a las Normas de otros países, sobre todo Alemania (V DE) y Francia (UTE), además de la Norma general de CEI indicada anteriormente. En realidad, todas las Normas citadas son casi idénticas, discrepando entre ellas solamente en cuestiones de detalle. De acuerdo con esta orientación general de la fabricación de. contactores en España, basaremos nuestro estudio en las tres Normas ya citadas (CEI, V DE, UTE), razonando nuestras explicaciones.

5.3.1FUNDAMENTOS PARA LA NORMALIZACION DE LOS CONTACTORES

Para la elección de un contactor, con vistas a una aplicación determinada, se han de tener en cuenta dos c]ases de criterios:

1. Criterios de construcción, que atañen al fabricante.
2. Criterios de utilización, que se refieren al usuario.

Los criterios de construcción más importantes, son]os siguientes:

1. Calentamiento
2. Duración {mecánica y eléctrica)
3. Poder de ruptura y poder de conexión
4. Cualidades dieléctricas.

A estos criterios constructivos corresponden, respectivamente, los siguientes criterios de utilización:

1. Corriente de servicio
2. Clase de servicio
3. Categoría de servicio
4. Tensión de servicio.

La tabla 5-1 expresa la relación entre los criterios de construcción y de utilización.

Criterios de construcción	Criterios de utilización
1. Calentamiento	Corriente de servicio
2. Duración	Clase de servicio
3. Poderes de ruptura y conexión	Categoría de servicio
4. Cualidades dieléctricas	Tensión de servicio

Tala 5-1

A continuación, se estudia separadamente los criterios citados anteriormente.

5.4CALENTAMIENTO Y CORRIENTE DE SERVICIO DE LOS CONT ACTORES

Para comprender el sentido de estos párrafos, es necesario definir previamente los conceptos de corriente nominal térmica y de corriente de servicio, aplicados a los contactores.

Se denomina corriente nominal térmica a la corriente que pueden soportar los contactos principales de un contactor durante 8 horas, en ausencia de arcos de ruptura, permaneciendo dentro de los límites fijados por el calentamiento. Las corrientes nominales térmicas están normalizadas, según se expresa en la siguiente tabla, y también se denominan calibres.

6	20	**63**	**250**	800	**2500**
8	**25**	80	315	**1000**	**3150**
10	32	**100**	**400**	1250	**4000**
12	**40**	160	500	**1600**	**6300**
16	50	**200**	**630**	2000	**8000**

Tabla 5-2. Intensidades normalizadas (calibres) para contactores.
Nota: Se emplearán preferentemente los valores en negrita.

La corriente de servicio es la corriente máxima que puede controlar un contactor en las condiciones de utilización fijadas por las exigencias del servicio, respondiendo a los imperativos (poderes de ruptura y de conexión, calentamiento, etc.) definidos por la Norma o establecidos por el constructor para una determinada aplicación.

Por consiguiente, para un contactor se tiene:

a) Una corriente nominal térmica, intrínsecamente relacionada con el contactor y fijada por el constructor de acuerdo con los valores normalizados de la tabla anterior.

b) Varias corrientes de servicio, que dependen de las condiciones de carga.

Vamos a desarrollar estas cuestiones. Tomaremos el caso de un motor eléctrico que, durante su funcionamiento, estará sometido a diferentes regímenes: arranque, marcha a plena carga, marcha a cargas parciales, períodos de paro, etc. Si suponemos que la gráfica de carga en función del tiempo, es la representada en la figura 5-5, se apreciará que el calentamiento del motor es superior al que correspondería a la corriente nominal I_c, a causa de las puntas de carga en los arranques; y sería tanto mayor cuanto más frecuentes fueran los arranques. Por consiguiente, en este caso, la corriente nominal I_c del motor será, forzadamente, inferior a la

corriente térmica nominal I_l del contactor, que habría de conducir al calentamiento máximo admitido por la Norma.

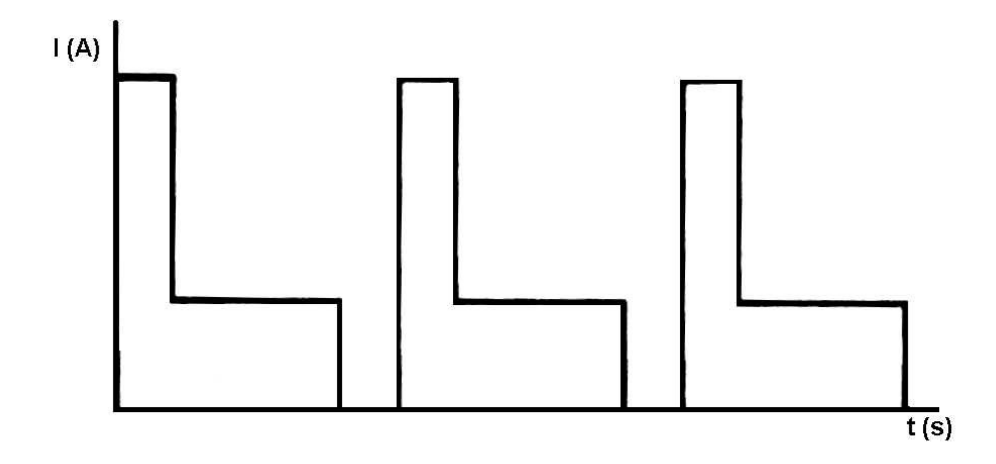


Fig.5. Gráfico de carga de un motor eléctrico, en el que el calentamiento es superior al correspondiente a su intensidad nominal.

Si se trata de un motor de servicio intermitente, la forma del gráfico de trabajo es la representada en la figura 5-6. Si le es la corriente; máxima de servicio, el calentamiento final v_f debe ser el mismo que el que resultaría por el paso permanente de la corriente nominal térmica I_t.

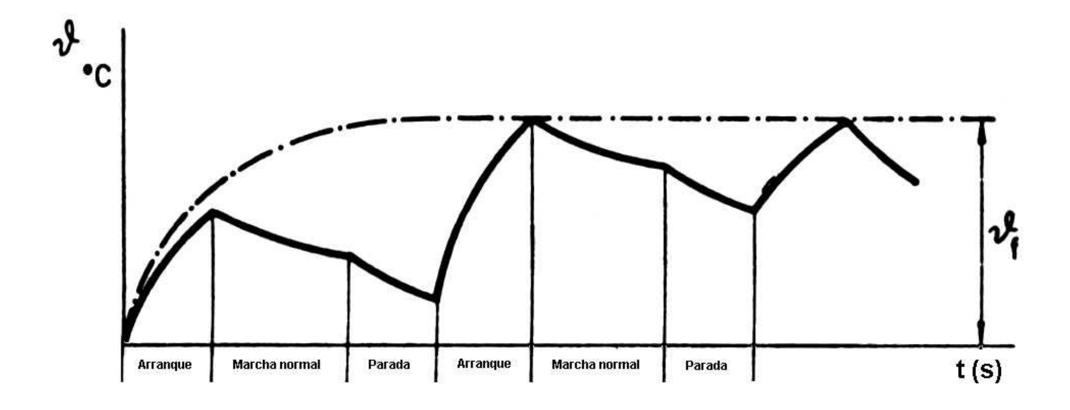


Fig. 5-6. Gráfico de calentamiento de un motor eléctrico para servicio intermitente.

Por el contrario, para una utilización de simple puesta en circuito temporal, donde el contactor debe cerrar sobre una débil punta de corriente, permanecer bajo corriente de plena carga durante cortos períodos de

tiempo, proporcionalmente a la duración del ciclo de trabajo, y después abrirse en vacío, se deduce fácilmente que el calentamiento debido a la corriente de servicio, sería menor que el debido a una corriente nominal térmica del mismo valor; dicho de otro modo que, en este caso particular, la corriente nominal térmica del contactor es inferior a la corriente de servicio del motor.

Se comprende con estos ejemplos que no puede existir identidad entre la corriente de servicio I_c de un contactor y la corriente nominal térmica I_t de este mismo contactor, ya que la corriente de servicio depende del reparto de los diversos tiempos en el ciclo de trabajo y del valor de la punta de arranque. Por otra parte, si en la aplicación en cuestión se producen numerosos arcos de ruptura, éstos también tienen influencia sobre el calentamiento.

5.5DURACION Y CLASE DE SERVICIO DE LOS CONTACTORES

En lo que respecta a la duración o vida de los contactores, hay que distinguir entre duración mecánica y duración eléctrica; en todos los casos, nos referiremos a los contactos principales del contactar.

La duración mecánica es el número de maniobras (conexión + desconexión) que puede efectuar un contactar, sin corriente en los contactos, antes de que sea necesario revisar o reemplazar las partes mecánicas. El valor que expresa la duración mecánica supone un mantenimiento normal y un ajuste de las partes mecánicas (sin reparación ni reposición) , cada décima parte del número total de maniobras.

En la página siguiente se exponen en una tabla las duraciones mecánicas mínimas para contactores, prescritas por las Normas alemanas VDE.

La duración eléctrica es el número de maniobras (conexión + desconexión) que puede efectuar un contactor, con corriente en los contactos, antes de

que sea necesario revisar o reemplazar los contactos. Como puede suponerse, la duración eléctrica de un contactor es inferior a su duración mecánica ya que ahora deben tenerse en cuenta además los efectos en los contactos de los arcos de ruptura. La duración eléctrica depende de la carga y de la categoría de servicio (que se definirá más adelante) pero, en todos los casos, los contactos deben resistir sin reparación ni reposición 1/20 del número de maniobras correspondiente a la duración mecánica del contactor.

Aparato (clase)	Duración mecánica de maniobras	Ejemplos de aparatos
C1	10^5	Conmutadores manuales. Presóstatos. Grandes contactores. Contactores en aceite.
C3	3×10^5	Conmutadores manuales. Contactores en aceite. Contactores al aire.
D1	10^6	Contactores en aceite.
D3	3×10^6	Contactores auxiliares de mando. Contactores para servicio intermitente.
E1	10^7	Contactores al aire. Contactores especiales.

Tabla 5-3 Duración mecánica de los contactores

Desde el punto de vista del usuario (criterio de utilización), la clase de servicio de un contactor caracteriza las posibilidades de éste, en lo que se refiere a los siguientes puntos:

a) Frecuencia de maniobras (número de maniobras por hora).
b) Robustez mecánica.
c) Duración de los contactos.

De acuerdo con estas consideraciones previas, las Normas para contactores establecen cuatro clases de servicio para estos aparatos:

1. Servicio permanente. El contactor permanece conectado sin interrupción, por tiempo indefinido y superior a 8 horas, estando recorrido los contactos principales por la corriente de servicio.

2. Servicio de 8 horas. Los contactos principales del contactor pueden permanecer cerrados durante un tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio térmico, pero que no sobrepase las 8 horas sin interrupción. Al final de este período de tiempo, el contactor debe haber efectuado, por lo menos, una desconexión en carga.
3. Servicio temporal. Los contactos principales del contactor pueden permanecer cerrados (estando recorridos por la corriente de servicio) durante un tiempo insuficiente para que el circuito principal alcance el equilibrio térmico, pero permanecen en reposo un tiempo suficiente para que el circuito principal se enfríe hasta adquirir la temperatura ambiente. En servicio temporal se consideran valores normales (VDE) los de 10, 30, 60 y 90 minutos.
4. Servicio intermitente. Este servicio presenta períodos de trabajo y de reposo, de duración constante y definida, es decir, ciclos de trabajo iguales compuestos cada uno de ellos por un tiempo de conexión y de desconexión, siendo insuficiente la duración de cada tiempo para que el circuito principal alcance el equilibrio térmico.

Para la clasificación de los contactores dentro del servicio intermitente, según el número de maniobras a efectuar en una hora, se establecen las cinco clases de servicio siguientes:

- Clase 0. Número de maniobras por hora ≤ 6
- Clase 1. Número de maniobras por hora ≤ 30
- Clase II. Número de maniobras por hora ≤ 150
- Clase III. Número de maniobras por hora ≤ 600
- Clase IV. Número de maniobras por hora ≤ 1200

Como quiera que para un mismo número de maniobras por hora, las condiciones de empleo del contactor son diferentes, según el tiempo de duración de la conexión y de la desconexión, cada una de las clases de servicio anteriores, se subdivide a su vez en cuatro regímenes de marcha definidos por un factor de marcha (ED) expresado en tanto por ciento, según se indica a continuación:

$$Factor_de_marcha(ED)_en\% = \frac{tiempo_de_marcha}{Ciclo_completo} x100$$

Ciclo completo = Tiempo de marcha + Tiempo de paro

Se consideran normales, los cuatro factores de marcha correspondientes a 15-25-40 y 60 %.

De acuerdo con esto, a continuación se exponen en una tabla las clases de servicio que corresponden a los diferentes factores de marcha para ciclos completos de trabajo mínimos.

Factor de marcha ED	Clase 0 Ciclo completo 600s = 10min		Clase I Cclo completo 120s = 2 min		Clase II Ciclo completo 24s		Clase III Ciclo completo 6s		Clase IV Ciclo completo 3s	
	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)	Marcha (s)	Paro (s)
60%	360	240	72	48	14,4	9,6	3,6	2,4	1,8	1,2
40%	240	360	48	72	9,6	14,4	2,4	3,6	1,2	1,8
25%	150	450	30	90	6	18	1,5	4,5	0,75	2,25
15%	90	510	18	102	3,6	20,4	0,9	5,1	0,3	2,7
	$0,25 \times 10^6$		$0,25 \times 10^6$		$1,2 \times 10^6$		5×10^6		10×10^6	

Tabla 5-4 Factores de marcha y clases de servicio de los contactores. Duración mecánica mínima.

5.6PODERES DE RUPTURA Y CONEXION Y CATEGORIA DE SERVICIO DE LOS CONTACTORES

Las Normas para contactores, distinguen tres expresiones para los poderes de ruptura y de conexión:

a) En funcionamiento normal
b) En funcionamiento ocasional
c) En caso de cortocircuito

Por ejemplo, si se trata de un contactor destinado al mando de un motor eléctrico, tendremos:

1. La corriente cortada en funcionamiento normal es la que corresponde a la utilización normal; por ejemplo, corte de corriente con motor lanzado.
2. La corriente cortada en funcionamiento ocasional es la que el contactor puede llegar a interrumpir en ocasiones relativamente raras, pero no excepcionales; por ejemplo, corte de corriente con motor calado.
3. Los poderes de ruptura y de conexión en caso de cortocircuito, se dejan a la iniciativa del constructor; pero, salvo indicación contraria, se consideran como idénticos a los valores en funcionamiento ocasional.

En las Normas se clasifican los contactores por su comportamiento a la conexión, en varias categorías de servicio. Así, definiendo un contactor por su categoría de servicio quedan definidos también sus poderes de ruptura y de conexión en funcionamiento normal u ocasional.

Las categorías de servicio se eligen de forma que representen las condiciones de utilización más corrientes y difieren entre sí, por los poderes de ruptura y de conexión exigidos.

En todos los casos, se precisan los poderes de ruptura y de conexión para funcionamiento normal y para funcionamiento ocasional.

Las Normas definen 4 categorías de servicio para aplicaciones de corriente alterna y 5 categorías de servicio para la utilización en corriente continua. A continuación, se describen las características exigidas y campos de aplicación de estas categorías de servicio.

5.6.1CATEGORIAS DE SERVICIO PARA CORRIENTE ALTERNA

En los contactores para corriente alterna se han definido 4 categorías de servicio, denominadas, respectivamente AC1, AC2, AC3 y AC4, y cuyas características son las siguientes:

- Categoría de servicio AC1. Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 1,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Aplicaciones : Se consideran, en general, las cargas puramente resistivas o débilmente inductivas. Como ejemplos de aplicación, se pueden citar: hornos de resistencia, calefacción eléctrica, máquinas de soldadura, embragues electromagnéticos, válvulas electromagnéticas, etcétera.
  - ✓ También se pueden incluir en esta categoría de servicio los contactores destinados a mandar los circuitos rotóricos de motores de rotor bobinado, siempre que no se abran hasta que se ha producido la apertura del contactor de línea: es decir, que estos contactores abren con una carga nula por lo que, con ellos y en otras aplicaciones análogas, las Normas de algunos países han establecido la categoría de servicio ACO.
- Categoría de servicio AC2. Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ❖ Funcionamiento normal: Se distinguen dos sub categorías:
    - ✓ Subcategoría de servicio AC2: Conexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor y desconexión a la intensidad nominal de este mismo aparato.
    - ✓ Subcategoría de servicio AC2': Conexión y desconexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ❖ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor.

- ❖ Aplicaciones: Mando de motores asíncronos de rotor bobinado. Cuando las desconexiones se realizan a motor lanzado, se utilizan contactores para la Subcategoría de servicio AC2 ya que, en este caso, las puntas de corriente son menos importantes; cuando las desconexiones se realizan a motor calado o bloqueado o si existen inversiones bruscas (frenado o contracorriente) o desconexiones durante el arranque deben emplearse contactores de la Subcategoría de servicio AC2' porque, de estos casos, las puntas de corriente son elevadas. Como ejemplos de aplicación pueden citarse los siguientes: mezcladoras, centrifugadoras, trituradoras, máquinas para la construcción, máquinas de manutención y transporte de un solo sentido de marcha (Subcategoría de servicio AC2); grandes máquinas herramientas, laminadores, máquinas de manutención, transporte y elevación (Subcategoría de servicio AC2').
- ❖ También se pueden incluir como aplicaciones típicas de esta categoría de servicio, todas aquellas en las que la corriente en el arranque es superior a la nominal mientras que la desconexión se efectúa a la corriente nominal, y dentro, naturalmente, de los límites para los funcionamientos normal y ocasional, indicados anteriormente. Como ejemplos de estas aplicaciones, se pueden citar: instalaciones de alumbrado, alimentación de electroimanes, mando de embragues electromagnéticos, etc.

➢ Categoría de servicio AC3. Comprende los contactores previstos para las condiciones de funcionamiento que se indican a continuación:

- ✓ Funcionamiento normal: Conexión a 6 veces la intensidad nominal del aparato receptor y desconexión a la intensidad nominal de dicho aparato.
- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión a 10 veces la intensidad nominal, si ésta es inferior o igual a 100 A, y a 8 veces si es mayor de 100 A. Desconexión a 8 veces la intensidad nominal, si ésta es inferior o igual a 100 A, y a 6 veces si es mayor de 100 A.
- ✓ Aplicaciones: Mando de motores asíncronos de rotor en cortocircuito, siempre que la desconexión se realice a motor lanzado, nunca a motor calado; es decir, a condiciones normales de desconexión. Tampoco son admisibles las inversiones bruscas de

corriente, ni el mando por impulsos. En todos los casos citados, las puntas de corriente podrían resultar demasiado elevadas. Como ejemplos de aplicación, se pueden citar los siguientes: máquinas herramientas de un solo sentido de marcha o de dos sentidos si la inversión de marcha se hace previo paro de la máquina; instalaciones de aire acondicionado; compresores, bombas y ventiladores; máquinas de manutención, transporte y elevación, con las condiciones de funcionamiento anteriormente indicadas para las máquinas herramientas, etc.

- **Categoría de servicio AC4.** Comprende los contactores que están previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento.
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a 6 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión a 12 veces la intensidad nominal si ésta es inferior o igual a 100 A, ya 10 veces si es mayor de 100 A. Desconexión a 10 veces la intensidad nominal, si ésta es inferior o igual a 100 A, y a 8 veces si es superior a 100 A.
  - ✓ Aplicaciones: Mando de motores asíncronos de rotor en cortocircuito, si durante su funcionamiento se han de prever desconexiones en el arranque, des conexiones con motor calado, inversiones bruscas del sentido de marcha, mando por impulsos, etc. Es decir, en todas aquellas aplicaciones en que las condiciones de funcionamiento sean muy duras. Como ejemplos de aplicación, pueden citarse los siguientes: máquinas herramientas, laminadores, palas cargadoras, trituradoras, mezcladoras, máquinas para la construcción, máquinas de imprimir, prensas, martinetes, máquinas para la fabricación de cables, máquinas para la manutención, transporte y elevación (grúas, ascensores, montacargas, etc.), excavadoras y accionamientos especiales de maquinaria en general.

En la tabla 5-5 se resumen las características de las categorías de servicio, expuestas en el presente párrafo.

Categoría de servicio	Aplicaciones		Funcionamiento normal						Funcionamiento ocasional					
			Conexión			Desconexión			Conexión			desconexión		
			I	U	cosφ	I	U	cosφ	I	U	cosφ	I	U_e	cosφ
AC1	Cargas no inductivas o poco inductivas. Hornos de resistencias		I_e	U_e	0,95	I_e	U_e	0,95	$1,5I_e$	$1,1U_e$	0,95	$1,5I_e$	$1,1U_r$	0,95
AC2	Motores asíncronos De rotor bobinado	Desconexión a motor lanzado	$2,5I_e$	U_e	0,65	I_e	$0,4U_e$	0,65	$4I_e$	$1,1U_e$	0,65	$4I_e$	$1,1U_r$	0,65
AC2'		Desconexión a motor calado	$2,5I_e$	U_e	0,65	$2,5I_e$	U_e	0,65	$4I_e$	$1,1U_e$	0,65	$4I_e$	$1,1U_r$	0,65
AC3	Motores asíncronos de rotor en cortocircuito. Desconexión a motor lanzado.	$I_e \leq 100A$	$6I_e$	U_e	0,35	I_e	$0,17\ U_e$	0,35	$10\ I_e$	$1,1U_e$	0,35	$8\ I_e$	$1,1U_r$	0,35
		$I_e > 100A$							$8\ I_e$			$6\ I_e$		
AC4	Motores asíncronos de rotor en cortocircuito. Desconexión a motor calado.	$I_e \leq 100A$	$6I_e$	U_e	0,35	$6I_e$	U_e	0,35	$12\ I_e$	$1,1U_e$	0,35	$10\ I_e$	$1,1U_r$	0,35
		$I_e > 100A$							$10\ I_e$			$8\ I_e$		

Tabla 5-5 Categorías de servicio de los contactores de corriente alterna

Donde:

- I = Intensidad de corriente
- I_e = intensidad nominal
- U = Tensión
- U_e = Tensión nominal
- U_r = Tensión de restablecimiento ± 0,5%

Nota: En todos los casos, se consideran valores eficaces, no transitorios.

5.6.2CATEGORIAS DE SERVICIO PARA CORRIENTE CONTINUA

En las aplicaciones para corriente continua, se han definido 5 categorías de servicio de contactores denominadas, respectivamente, DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5 y cuyas características y campos de aplicación se describen a continuación.

- <u>Categoría de servicio DC1</u>: Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 1,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor.
  - ✓ Aplicaciones: Cargas puramente resistivas o débilmente inductivas. Como ejemplos de aplicación, se pueden citar: hornos de resistencia, calefacción eléctrica, máquinas de soldadura, etc.

- <u>Categoría de servicio DC2.</u> Se incluyen en esta categoría los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2 milisegundos) y desconexión a la intensidad nominal de este mismo aparato (constante de tiempo hasta 7,5 milisegundos).
  - ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2,5 milisegundos).
  - ✓ Aplicaciones: Mando de motores shunt con desconexión a motor lanzado, nunca a motor calado.

- <u>Categoría de servicio DC3.</u> Los contactores incluidos en esta categoría, han de cumplir las condiciones siguientes:
  - ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2 milisegundos).

- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 2,5 milisegundos).
- ✓ Aplicaciones: Mando de motores shunt con desconexión a motor calado, inversiones bruscas del sentido de marcha, marcha a impulsos, etcétera.

➢ **Categoría de servicio DC4**. Se incluyen en esta categoría los contactores previstos para su funcionamiento en las siguientes condiciones:
- ✓ Funcionamiento normal: Conexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 7,5 milisegundos) y desconexión a la intensidad nominal de este mismo aparato (constante de tiempo hasta 10 milisegundos).
- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 15 milisegundos).Aplicaciones: Mando de motores serie con desconexión a motor lanzado, nunca a motor calado.

➢ **Categoría de servicio DC5.** Comprende los contactores previstos para las siguientes condiciones de funcionamiento:
- ✓ Funcionamiento normal: Conexión y desconexión a 2,5 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 7,5 milisegundos).
- ✓ Funcionamiento ocasional: Conexión y desconexión a 4 veces la intensidad nominal del aparato receptor (constante de tiempo hasta 15 milisegundos).

En la tabla 5-6 se resumen las características de funcionamiento de las categorías de servicio para contactores de corriente continua.

Categoría de servicio	Aplicaciones	Funcionamiento normal						Funcionamiento ocasional					
		Conexión			Desconexión			Conexión			desconexión		
		I	U	L/R	I	U	L/R	I	U	L/R	I	U_e	L/R
DC1	Cargas no inductivas o poco inductivas. Hornos de resistencias.	I_e	U_e	1ms	I_e	U_e	1ms	1,5I_e	1,1U_e	1ms	1,5I_e	1,1U_e	1ms
DC2	Motores shunt. Desconexión a motor lanzado.	2,5I_e	U_e	2ms	I_e	0,1U_e	7,5ms	4I_e	1,1U_e	2,5ms	4I_e	1,1U_e	2,5ms
DC3	Motores shunt. Desconexión a motor calado.	2,5I_e	U_e	2ms	2,5I_e	U_e	2ms	4I_e	1,1U_e	2,5ms	4I_e	1,1U_e	2,5ms
DC4	Motores serie. Desconexión a motor lanzado.	2,5I_e	U_e	7,5ms	I_e	0,3 U_e	10ms	4I_e	1,1U_e	15ms	4I_e	1,1U_e	15ms
DC5	Motores serie. Desconexión a motor calado	2,5I_e	U_e	7,5ms	2,5I_e	U_e	7,5ms	4I_e	1,1U_e	15ms	4I_e	1,1U_e	15ms

Tabla 5-6 Categorías de servicio de los contactores de corriente continua

Donde:

- I = Intensidad de corriente
- I_e = intensidad nominal
- U = Tensión
- U_e = Tensión nominal
- U_r = Tensión de restablecimiento ± 0,5%
- L = Inductividad del circuito
- R = Resistencia del circuito
- L/R = Constante de tiempo del circuito ± 15%

5.7CUALIDADES DIELECTRICAS Y TENSION DE SERVICIO DE LOS CONTACTORES

Las cualidades dieléctricas de los materiales aislantes que constituyen el contactor han de ser tales, que estos materiales puedan soportar las tensiones de servicio y las sobre tensiones que puedan aparecer. Las tensiones nominales normalizadas para contactores, son las expresadas en la tabla 5-7.

Corriente Continua V –	24 (42) (48) 60 110 (125) **220** 250 **440** **600** 750 800 1200
Corriente Alterna V ~	24 (48) 60 (110) 125 **220** 250 **380** **500** 750 -- **1000**

Tabla 5-7: Tensiones nominales normalizadas para contactores.

<u>Notas:</u>

1. Para el circuito principal deben emplearse preferentemente los valores en negritas.
2. Los valores entre paréntesis son normales solamente para circuitos auxiliares o de maniobra. Para estos circuitos, el valor preferente es de 220V.

Sobre los valores expresados en la tabla anterior, las Normas prevén que, en funcionamiento normal, los contactores deben poder conectar en perfectas condiciones con un 10% de caída de tensión por debajo de la tensión nominal para la que han sido calculados y con un 10% de sobretensión por encima de dicha tensión nominal; es decir, que la tensión de servicio de los contactores debe ser, en funcionamiento normal:

$$U = \pm 1{,}1\ U_e$$

U_e = tensión nominal.

Para la desconexión, las tensiones admisibles varían según la categoría de servicio del contactor; en las tablas 5-5 y 5-6, expuestas en el párrafo

anterior, se indican los valores admisibles de la tensión admisible para las diferentes categorías de servicio y para los distintos casos que se representan durante los funcionamientos normal y ocasional de los contactores.

6. FUSIBLES

6.1 CONCEPTOS GENERALES

Los conductores eléctricos y elementos de una instalación eléctrica deben protegerse contra los cortocircuitos y las sobrecargas, llamadas, en general, sobreintensidades.

El procedimiento más sencillo es intercalar en el circuito que se ha de proteger, un trozo de material fácilmente fusible, que funde al pasar por él una intensidad de corriente demasiado elevada y corta el circuito, protegiendo de esta forma al conductor o al elemento de instalación correspondiente. Al conjunto constituido por el trozo de material fusible, el soporte del mismo y los bornes de conexión a la instalación, se denomina cortacircuito fusible aunque más generalmente, se le llama fusible, denominación impropia como vamos a ver a continuación.

6.2 DEFINICIONES

El Vocabulario Electrotécnico Internacional define los siguientes conceptos:

- Cortacircuito: Aparato que corta automáticamente un circuito cuando la corriente alcanza un determinado valor.
- Cortacircuito fusible: Cortacircuito en el que el circuito queda cortado por la fusión de un elemento apropiado.
- Fusible: Parte de un cortacircuito que está destinado a fundirse en condiciones predeterminadas ya provocar con ello la ruptura de un circuito.

Según estas definiciones el cortacircuito fusible está constituido por el fusible, o elemento destinado a fundirse, propiamente dicho, más los elementos aislantes, mecánicos, etc., que soportan el fusible.

El fusible consiste, esencialmente, en un alambre o tira metálica inserta en el circuito de la corriente que, al rebasarse una determinada intensidad, se funde, provocando la desconexión.

Es con estos criterios que estudiaremos estos dispositivos, o sea que, resumiendo:

- El fusible es solamente la lámina de material destinado a fundirse
- El cortacircuito fusible es el dispositivo completo.

6.3CONDICIONES DE LOS CORTACIRCUITOS FUSIBLES

El vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión especifica los siguientes puntos:

1. Los fusibles deben ir montados sobre material aislante incombustible.
2. Los cortacircuitos fusibles deben construirse de forma que no proyecten metal al fundirse.
3. Los cortacircuitos fusibles deben permitir el recambio bajo tensión de la lámina fusible, sin peligro alguno.

Además de estas condiciones generales, los cortacircuitos fusibles deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Deben corresponder a la intensidad de corriente que ha de circular por los conductores.
b) Los mismos fusibles no sirven para distintas cargas y, por lo tanto, se les debe dar una forma que impida que, por equivocación o deliberadamente, se utilicen para cargas que no corresponden a su calibrado.
c) Los fusibles deben tener una indicación que permita reconocer a simple vista, si están quemados o no.

Las intensidades normales de calibrado de fusibles, son las siguientes:
1-2- 3 -4- 5-6-10-15- 20- 25- 30- 35 -40-50 -60 amperios (fusibles de baja intensidad)

100- 150 -200 -250 -300 amperios (fusibles de alta intensidad)

Si por el circuito han de pasar más de 300 A, se recomienda emplear otros medios de protección, por ejemplo, los interruptores automáticos de potencia.

6.4DONDE DEBEN INSTALARSE LOS FUSIBLES

Cada conductor activo debe protegerse con fusibles (llamando conductor activo al conductor recorrido normalmente por la corriente eléctrica). Los conductores neutros no deben protegerse nunca. Es decir, que, por ejemplo, en una instalación de corriente continua a dos hilos se instalarán dos fusibles, uno para el conductor de ida y otro para el de vuelta. En las instalaciones de corriente alterna trifásica sin neutro, se instalarán tres fusibles, uno para cada fase activa. Y en las instalaciones de corriente alterna trifásica con neutro, tres fusibles solamente, puesto que hemos dicho que el neutro no debe protegerse.

6.5CLASIFICACION DE LOS FUSIBLES

Los fusibles pueden ser rápidos o lentos. En los lentos se retrasa notablemente la desconexión, recurriendo a artificios especiales (por ejemplo, insertando gruesos puntos de soldadura en el alambre fusible). Un fusible rápido desconecta bajo una corriente quíntuple de la nominal aproximadamente 0,1 segundos, mientras que un fusible lento no lo hace hasta que ha transcurrido 1 segundo.

Los fusibles rápidos se emplean en los circuitos que no presentan sobreintensidades pasajeras importantes; por ejemplo, una red de distribución.

Los fusibles lentos, se llaman también fusibles de motor y fusibles de acompañamiento porque se utilizan para asegurar la protección contra cortocircuitos en los circuitos que normalmente presentan sobreintensidades importantes cuando, por otra parte, estos circuitos están protegidos contra sobrecargas por otros dispositivos. El caso más frecuente es el de los motores protegidos por relés térmicos; como sabemos, durante el arranque un motor consume de S a 6 veces más intensidad durante el arranque que en funcionamiento normal: el fusible lento permite cubrir sin dispararse la punta de corriente producida durante el período de arranque para lo que su calibrado se realiza de la siguiente forma:

- Disparo en 10 segundos para corrientes hasta S veces la intensidad nominal del motor.
- Disparo en 0,2 segundos para corrientes hasta 15 veces la intensidad nominal del motor.

6.6TIPOS CONSTRUCTIVOS DE CORTACIRCUITOS FUSIBLES PARA BAJA TENSION

A continuación, se exponen algunos tipos constructivos de cortacircuitos fusibles para baja tensión, que cumplen las condiciones impuestas por el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que hemos expuesto anteriormente.

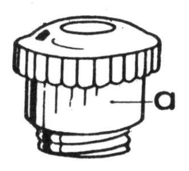
Como modelo de fusible de cartucho, se describe el tipo Diazed, fabricado por la firma Siemens. Este cortacirucuito fusible consta de dos partes:

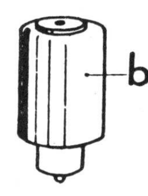
1. Fusible propiamente dicho (Fig. 6-1)

2. Base portafusible (Fig.6-2)

A su vez el fusible propiamente dicho consta de tres piezas, que están dibujadas separadamente en figura 6-1.

- **a)** Tapón roscado (pieza a)
- **b)** Cartucho fusible (pieza b)
- **c)** Tornillo de ajuste (pieza c)





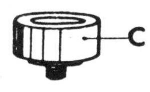


Fig. 6-1. Cortacircuito fusible Diazed de la forma Siemens. a) Tapón roscado. b) Cartucho fusible. c) Tornillo de ajuste

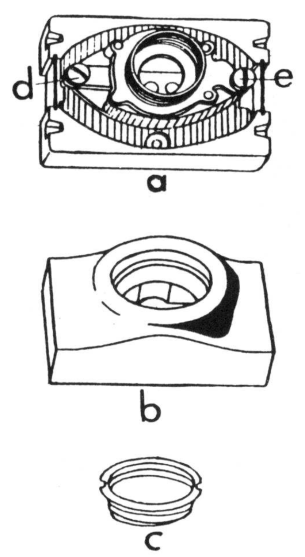


Fig. 6-2. Base portafusible de cartucho Diazed, de la firma Siemens. a) Zócalo. b) Tapa. c) Casquillo roscado. d) Tornillo de conexión a la pieza de contacto, con el tornillo de ajuste. e) Tornillo de conexión al casquillo roscado.

El tapón roscado fija el cartucho fusible a la base portafusible y lleva un dispositivo que indica cuando el fusible está quemado.

El cartucho fusible es un cilindro hueco de material aislante, en cuyo interior se encuentra el hilo fusible; en los extremos del cartucho, éste lleva piezas de contacto que quedan fijadas al apretar el tapón roscado.

El tornillo de ajuste tiene su parte superior (de material aislante) con una abertura ajustada a las dimensiones del extremo inferior del cartucho fusible; la parte inferior se rosca sobre un agujero roscado situado en la base portafusible.

La base portafusible (Fig. 6-2) está constituida también por tres piezas.
Un zócalo **a**, cubierto con una tapa **b**, que está asegurada al zócalo, por medio de un casquillo roscado **c**. El tornillo e de la base va unido al casquillo roscado, mientras que el tornillo **d** lo está a la pieza de contacto con el tornillo de ajuste, descrito en un párrafo anterior.

Los conductores y las conexiones, después de su fijación sobre el panel o tablero, van introducidos en los zócalos de los fusibles y unidos a los bornes d y e de las bases portafusibles; de esta forma, las conexiones resultan visibles y pueden vigilarse y desmontarse por la parte anterior, sin necesidad de desmontar la base.
El conjunto cartucho fusible - tornillo de ajuste está previsto de tal manera que a cada tornillo de ajuste corresponde un cartucho fusible y solamente uno, calibrado a una intensidad aproximada. De esta forma, se evitan recambios erróneos.

A cada intensidad le corresponde un cartucho fusible de diferente diámetro y a cada tensión, un cartucho fusible de distinta longitud.
Por ejemplo, los cartuchos de la figura 6-3 son para la misma tensión (igual longitud) pero diferente intensidad (distinto diámetro); los cartuchos representados en la figura 6-4 son para la misma intensidad (igual diámetro) pero diferente tensión (distinta longitud). De esta forma, se consigue que el cartucho fusible corresponda exactamente a la tensión e intensidad para las que ha sido previsto el circuito que se trata de proteger, pues si se pretende introducir un cartucho que, por su intensidad o por su tensión, no corresponde al previsto, el cartucho, o no entra en el tornillo de ajuste o no encaja con el tapón; en ambos casos, el circuito queda abierto.

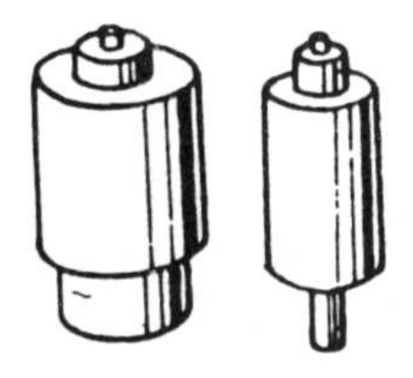


Fig.6-3. Cartuchos fusibles para la misma tensión y distinta intensidad.

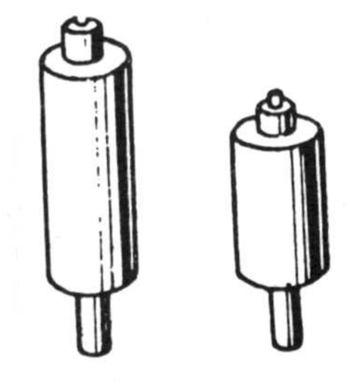


Fig.6-4. Cartuchos fusibles para la misma intensidad y distinta tensión.

Este sistema se utiliza para tensiones máximas de servicio de 250, 500 y 750 V. Para cada una de las tensiones indicadas, se fabrican cartuchos calibrados para intensidades de 6, 10, 15, 20 y 25 A {con tapón y base de rosca normal o Edison) y 35 y 60 A {con tapón y base de rosca Golliath). Cada intensidad está representada por un color diferente, con el que se pinta el tornillo de ajuste y la plaquita indicadora del cartucho fusible.

El resumen de intensidades y colores distintivos para tensiones hasta 250 V, se representa en la figura 6-5.

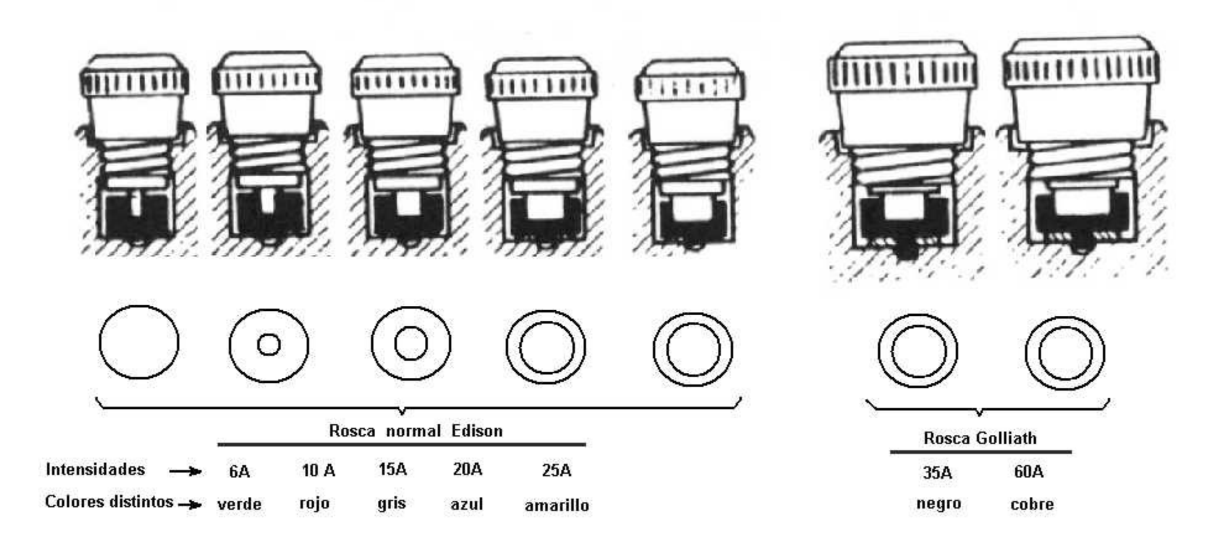


Fig.6-5. Intensidades nominales y colores distintos de los cortacircuitos fusibles Diazed, de la firma Siemens.

Los cortacircuitos fusibles de cuchillas de alto poder de ruptura (tipo NH), protegen las instalaciones de distribución contra sobrecargas y contra los efectos de los cortocircuitos. Estos fusibles son de funcionamiento lento y, por lo tanto, también resultan apropiados para proteger consumidores de energía con sobrecargas de corta duración en servicio normal, como sucede, por ejemplo, en el arranque directo de motores asincrónicos con rotor en cortocircuito. Las corrientes de arranque de corta duración, se soportan con estos fusibles sin fundirse y, no obstante, garantizan la segura protección de los conductores contra los cortocircuitos. En estos casos, se recomienda instalar fusibles cuya intensidad nominal sea 1,6 veces la del motor.

A continuación se describe el cortacircuito fusible de alto poder de ruptura, construido por la firma SIMON. El dispositivo (Fig. 6-6) consta de base

portafusible (1) y de cartucho fusible (2), a las que se añade una empuñadura (3) cada cierto número de cartuchos (por ejemplo, tres cartuchos), para la reposición de éstos sin peligro de tocar piezas bajo tensión.

Fig.6-6. Cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura de la firma Simon. **1- Base portafusible, 2- Cartucho fusible, 3- Empuñadura.**

El cartucho lleva el conductor fusible, con dos placas de cierre y las cuchillas de contacto; este conductor está introducido en un cuerpo de esteatita, relleno de arena extintora y en cuyo interior se efectúa la fusión. Las cuchillas de contacto están unidas a los conductores fusibles por soldadura a puntos, con lo que se establece una vía de corriente sin uniones por tornillos; de esta forma, se eliminan las averías que pueden producirse a causa de falsos con tactos en uniones roscadas.

En la placa superior de cierre del cartucho fusible se encuentra un botón rojo de aviso (dispositivo indicador) que indica el estado de servicio del cartucho. Cuando éste está fundido, el botón rojo sobresale de la superficie de la placa.
Estos cortacircuitos fusibles se han previsto para tensiones máximas de servicio de 500 V en alterna y 440 V en continua y según la intensidad nominal y el poder de ruptura, se han previsto cinco calibres diferentes, a los que corresponden cartuchos fusibles y bases portafusibles de distintos tamaños. La gama completa comprende intensidades nominales comprendidas entre 6A y 630A.